



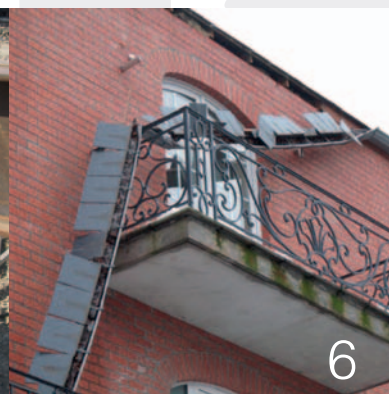
- 5 **Parkeerdaken**
- 9 **Renovatie van vensters**
- 11 **Textiele vloerbedekkingen**
- 16 **Superisolerende materialen**
- 19 **Verlichting van binnenwerkplekken**

Inhoud

- 1 Gedaan met de twijfel !
- 2 Geotechnische proeven en controles op palen
- 3 Zelfverdichtend beton voorschrijven
- 4 Zelfverdichtend beton: aandachtspunten voor de uitvoering
- 5 Parkeerdaken: enkele grote principes en aandachtspunten
- 6 Afbreken van hanggoten ten gevolge van sneeuwbelastingen
- 8 Gevolgen van het onafgewerkt laten van houten ramen en deuren
- 9 Renovatie van bestaande vensters: vervanging of andere oplossingen?
- 10 Milieu-impact van ETICS
- 11 Textiele vloerbekledingen: huidige en toekomstige eisen
- 12 Vervormbaarheid van mortellijmen en voegmortels
- 14 Mechanische-ventilatie debieten opmeten
- 15 Watervverbruik en piekdebieten in appartementsgebouwen
- 16 Een mooie toekomst voor superisolerende materialen?
- 17 Contactgeluidsisolatieprestaties van houten vloeren en vloerbedekkingen
- 19 Herziening van de norm over de verlichting van binnenwerkplekken
- 20 Werfvoorbereiding: een noodzaak



2



6



8



12



17



19

Gedaan met de twijfel!

Wat is een DRP?

Een dun reflecterend product (DRP), ook dun reflecterend, thermoreflecterend of multireflecterend isolatiemateriaal genoemd, bestaat uit een dunne materiaalkern (schuimstof, polyethyleen-folie met luchtbelletjes of een vezelmateriaal) die aan een of beide buitenzijden bekleed is met een reflecterende film (aluminiumfolie of gealuminiseerde folie). Bepaalde producten bestaan uit meerdere lagen die van elkaar gescheiden zijn door reflecterende tussenlagen. De totale dikte is doorgaans begrepen tussen 5 en 30 mm.

Ondanks de moeite die het WTCB zich reeds een aantal jaren getroost om correcte informatie over dunne reflecterende producten (DRP) te verspreiden, blijven de bouwprofessionelen zich vragen stellen omtrent de werkelijke thermische prestaties ervan. Bepaalde fabrikanten blijven immers beweren dat de thermische prestaties van hun producten vergelijkbaar zouden zijn met deze van een 20 tot 25 cm dikke laag traditioneel isolatiemateriaal. Niets is minder waar en dit wordt ook bevestigd door de recentelijk gepubliceerde norm NBN EN 16012 (maart 2012), aan de hand waarvan het mogelijk is de thermische prestaties van DRP te beoordelen volgens erkende methoden. Deze norm werd opgesteld in de schoot van een Europese werkgroep, samengesteld uit vertegenwoordigers van verschillende onafhankelijke onderzoekscentra en fabrikanten – waaronder fabrikanten van DRP –, en werd goedgekeurd door de normalisatie-instituten van diverse Europese landen. De in dit kader behaalde prestaties bevestigen de resultaten van de talrijke experimentele studies die tot dusver uitgevoerd werden (onder meer ook door het WTCB in 2006, zie [WTCB-Rapport nr. 9](#)): zelfs bij een optimale plaatsing van het DRP, d.w.z. gecombineerd met twee niet-geventileerde luchtsponen van 2 cm dik (over een totale dikte van zo'n 5 à 6 cm), komen de prestaties ervan

hoogstens overeen met deze van een traditionele isolatie (bv. minerale wol, geëxpandeerd polystyreen ...) met een equivalente dikte (4 tot 6 cm). Dit stemt dus in de verste verte niet overeen met prestaties die aangekondigd worden door bepaalde fabrikanten.

Het mag dan ook duidelijk zijn dat het gebruik van een DRP als enig isolatiemateriaal niet volstaat om te beantwoorden aan de eisen uit de thermische reglementeringen die van kracht zijn in de drie Gewesten van ons land.

Bepaalde fabrikanten bevelen overigens aan om hun DRP als aanvulling op een traditioneel isolatiemateriaal te gebruiken. Voor zover ze correct geplaatst worden, kunnen ze in voorkomend geval inderdaad een bijdrage leveren tot de verbetering van de globale thermische prestaties van het bouwwerk. Desgevallend, zijn ze omwille van hun lage intrinsieke waterdampdoorlatendheid van nature beter geschikt als dampscherm dan als onderdak. ■

Opgelet!

Dunne reflecterende producten (DRP) mogen niet verward worden met vacuümisolatiepanelen (VIP), die gekenmerkt worden door veel hogere thermische prestaties. In deze WTCB-Contact werd hier bovendien een specifiek artikel aan gewijd (zie p. 16).

De statische paalbelastingsproef wordt beschouwd als de referentieproef voor de beoordeling van het draagvermogen van palen en hun maximale zetting onder een gegeven belasting. De integriteitsproef kan op zijn beurt eventuele gebreken aan de palen aan het licht brengen (bv. discontinuïteit bij de betonnering, insnoering van de paalschacht, betonsegregatie), maar geeft geen rechtstreekse informatie over de draagkracht van het element. Dit artikel geeft een kort overzicht van beide proeven die frequent uitgevoerd worden door het WTCB.

Geotechnische proeven en controles op palen

*M. De Vos, ir., adjunct-afdelingshoofd, afdeling Geotechniek, WTCB
V. Whenham, dr. ir., adjunct-laboratoriumhoofd, laboratorium Geotechniek en monitoring, WTCB*

STATISCHE PAALBELASTINGSPROEVEN

Deze proef bestaat erin om in een tijdspanne van enkele uren een toenemende trek- of drukbelasting aan te brengen op een funderingspaal, waarbij onder meer de verplaatsing van de paalkop opgevolgd wordt.

De proef kan in eerste instantie toegepast worden als **controleproef**. In dit geval wordt de paal belast tot anderhalve maal de dienstlast en wordt er geen instrumentatie aangebracht in de paal. De uitvoering van deze proef ge-

beurt doorgaans door de aannemer zelf, die zo-doende informatie krijgt over de te verwachten verplaatsingen bij dienstlast.

De proef kan tevens aangewend worden voor de **dimensionering** van de fundering bij grotere werven. De aldus behaalde proefresultaten kunnen niet alleen gebruikt worden om het ontwerp te realiseren, maar ook om het te optimaliseren. In sommige gevallen kan deze paalbelastingsproef bovendien **opgelegd worden** (bv. bij onzekerheid over de invloed van de uitvoeringstechniek of over het gedrag van de paal in een bepaalde grondsoort of bij specifieke belastingen). Desgevallend wordt de proef uitgevoerd tot het grondmechanisch bezwijken van de paal en volgt men tijdens de volledige proef naast de verplaatsing van de paalkop ook de vervorming van de paal op verschillende paaldieptes op (verkortings bij

een drukproef en verlenging bij een trekproef).

Alle metingen worden automatisch en continu geregistreerd. Uit de aldus geregistreerde resultaten kan men niet alleen de verplaatsing van de paalkop en de paalbasis afleiden, maar ook het krachtverloop in de paal. Aan de hand van deze gegevens kan men ten slotte nagaan hoe de verschillende grondlagen het draagvermogen van de paal bepalen.

Dynamische proeven vormen een alternatief voor de statische proeven en zijn over het algemeen sneller en goedkoper. Ze moeten volgens de Eurocode 7 steeds gekalibreerd worden aan de hand van statische proeven.

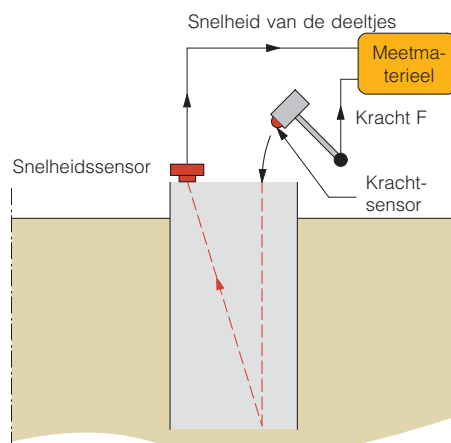
INTEGRITEITSPROEVEN

Ondanks het feit dat integriteitsproeven geen rechtstreekse informatie opleveren voor de dimensionering van de fundering, laten ze wel toe om de vinger te leggen op eventuele **gebreken** van de palen die een invloed zouden kunnen hebben op de stabiliteit, zoals:

- een discontinuïteit bij de betonnering of een slechte betonkwaliteit
- een insnoering van de paalschacht
- een aanzetniveau dat niet overeenstemt met het verwachte niveau.

De keuze van het type integriteitsproef hangt af van het funderingstype (geboorde palen, panelen, diepwanden) en de geologie van de grond. De meest gebruikte methoden zijn de impulsmethoden (opwekking van een mechanische schok) en de sonische methoden (opwekking van een ultrasonische golf).

De impulsmethoden zijn doorgaans sneller en goedkoper dan de sonische methoden maar hebben een beperkter toepassingsdomein (zie tabel). ■



Principeschema van de **impulsmethode** en voorbeeld van een **statische paalbelastingsproef**

Gebruiksbeperkingen van de impulsmethode

Lengte van de paal	$L < 25 \text{ m}$
Diameter van de paal	$D \leq 800 \text{ mm}$
Slankheid van de paal	$10 < L/D < 30$
Grondsoort	Een te grote wrijving ter hoogte van het contactvlak tussen de grond en de paal kan aanleiding geven tot een aanzienlijke demping van de golf
Funderingstype	Hoofdzakelijk toepasbaar op paalfunderingen
Eigenschappen van de op te sporen gebreken	Een variatie van de betonsectie of -kwaliteit van zo'n 20 % over een minimale lengte van 0,8 m

www.wtcb.be

WTCB-DOSSIERS NR. 2012/3.2

De lange versie van dit artikel kan binnenkort gedownload worden via onze website.



Zelfverdichtend beton (ZVB), een techniek die aan het eind van de jaren 80 het licht zag in Japan, begint nu ook langzaam maar zeker de Belgische markt te veroveren. Het veralgemeende gebruik van deze techniek werd in het verleden echter sterk afgeremd door het gebrek aan specificatieregels en genormaliseerde proeven. Door het verschijnen van een aantal nieuwe normen, werd deze lacune inmiddels opgevuld.

Zelfverdichtend beton voorschrijven

✎ V. Dieryck, ir., adjunct-laboratoriumhoofd, laboratorium Betontechnologie, WTCB
P. Van Itterbeeck, dr. ir.-arch., projectleider, laboratorium Structuren, WTCB

NIEUWE AANGEPASTE NORMEN

ZVB ⁽¹⁾ is zodanig vloeibaar dat het louter en alleen onder invloed van zijn eigengewicht, d.w.z. zonder toevoeging van een bijkomende compacteringsenergie, de bekisting kan vullen en kan verdichten. Hierdoor is het mogelijk om bekistingen met de meest complexe vormen en/of met een grote wapeningsdensiteit te vullen zonder risico op ontmenging. De eigenschappen ervan in verse toestand wijken bijgevolg af van deze van een traditioneel beton en kunnen niet bepaald worden aan de hand van de klassieke methoden. In de in 2010 verschenen normenreeks NBN EN 12350-8 tot -12 werden er echter een aantal aangepaste proefmethoden opgenomen.

Het voorschrijven (de specificatie), de prestaties en de conformiteit van traditioneel beton maken het onderwerp uit van de norm NBN EN 206-1 en zijn Belgische aanvulling, de NBN B 15-001. Vermits de NBN EN 206-9, die specifiek toegespitst is op ZVB, de NBN EN 206-1 vervolledigt, moeten beide documenten steeds samen geadresseerd worden.

KARAKTERISERING VAN EEN ZVB

De eigenschappen van een vers ZVB kunnen door vier karakteristieken gedefinieerd worden:

- de **beweeglijkheid** in een niet-ingesloten

Tabel 1 Proeven voor ZVB en consistentieklassen

Karakteristieken	Proeven	Consistentieklassen
Beweeglijkheid en vloeimaat	Vloeimaat, gemeten met de Abramskegel (<i>slump flow</i>)	SF1, SF2, SF3
Schijnbare viscositeit	t_{500} -tijd met de Abramskegel	VS1, VS2
	Trechtertijd (<i>V-funnel</i>)	VF1, VF2
Blokkeringsmaat	L-box	PL1, PL2
	J-ring	PJ1, PJ2
Ontmenging	Zeefstabiliteitsproef	SR1, SR2

- milieu en de vloeimaat
- de **schijnbare viscositeit**. Een ZVB met hoge viscositeit is 'kleveriger', wat de ontmengingsweerstand kan verbeteren, maar ook nadelig kan zijn voor de oppervlakte-eigenschappen
- de **blokkeringsmaat** (d.i. de beweeglijkheid in een ingesloten milieu). Het gaat hier om het vermogen om zijn plaats in te nemen in enge (bv. sterk gewapende) ruimten, zonder ontmenging of blokkering
- de **statische-ontmengingsweerstand**, d.w.z. de stabiliteit ten opzichte van de ontmenging van de granulaten.

Deze karakteristieken kunnen bepaald worden aan de hand van de proeven uit tabel 1.

HET VOORSCHRIJVEN (DE SPECIFICATIE)

Het voorschrijven van een ZVB moet gebeuren aan de hand van de volgende basiseisen ⁽²⁾:

- de overeenstemming met de normen NBN EN 206-1, NBN B 15-001 en NBN EN 206-9
- de druksterkteklasse

- het gebruiksdoel en de omgevingsklasse
- de vloeimaatklasse SF (zie de norm NBN EN 206-9) ⁽³⁾
- de nominale maximale korrelgrootte D_{max} .

Deze basiseisen kunnen naargelang van de toepassing aangevuld worden met een of meer van de volgende bijkomende eisen:

- de schijnbare-viscositeitsklasse VS of VF
- de blokkeringsmaatklasse PL of PJ
- de ontmengingsweerstandsklasse SR
- andere eisen zoals de termijn van behoud van consistentie.

AANBEVELINGEN VOOR HET VOORSCHRIJVEN VAN EEN ZVB

Bij wijze van voorbeeld illustreert tabel 2 de klassen SF, VS en VF die voor verschillende toepassingen in aanmerking te nemen zijn bij het voorschrijven van een ZVB. Hierbij werd evenwel geen rekening gehouden met de engheid van de bekisting (wapeningsdensiteit ...), de geometrie van het element, de uitvoeringsmethode (al dan niet verpompt) of de karakteristieken van de betonbestanddelen. Het is belangrijk dat de voorschrijver en de betonproducent deze parameters gezamenlijk bespreken, naargelang van de beoogde toepassing. ■

Tabel 2 Voorbeeld van het voorschrijven van een ZVB voor verschillende toepassingen (bron: *The European Guidelines for Self-Compacting Concrete – Specification, Production and Use*, EFNARC, 2005)

Schijnbare-viscositeits-klasse	Vloeimaatklasse		
	SF1	SF2	SF3
VS2 VF2	HELLINGEN		
VS1 of VS2 VF1 of VF2			
VS1 VF1	VLOEREN EN VLOERPLATEN		

www.wtcb.be

WTCB-DOSSIERS NR. 2012/3.3

De lange versie van dit artikel kan binnenkort gedownload worden via onze website.

⁽¹⁾ Franse terminologie: 'béton autocompactant' (BAC) of 'béton autoplaçant' (BAP); Engelse terminologie: 'self-compacting concrete' (SCC).

⁽²⁾ Voor het voorschrijven van een traditioneel beton, zie het artikel 'Beton voorschrijven volgens NBN B 15-001 en NBN EN 206-1' uit de [WTCB-Dossiers 2006/2.10](#).

⁽³⁾ De vloeimaatklasse SF, die opgenomen is in de basiseisen, vormt het meest opmerkelijke verschil ten opzichte van het voorschrijven van traditioneel beton.

Een van de vele voordelen van zelfverdichtend beton (ZVB) is dat de plaatsing ervan veel minder mankracht vereist en minder trillings- en geluidshinder met zich meebrengt. Voor velen vormt de correcte uitvoering van ZVB-elementen echter nog steeds een hindernis. In dit artikel zullen enkele aandachtspunten voor de uitvoering toegelicht worden.

Zelfverdichtend beton: aandachtspunten voor de uitvoering

*P. Van Itterbeeck, dr. ir., projectleider, laboratorium Structuren
V. Dieryck, ir., adjunct-laboratoriumhoofd, laboratorium Betontechnologie, WTCB*

Dankzij de verschijning van de nieuwe uitvoeringsnorm NBN EN 13670 in 2010 en zijn Belgische bijlage in het voorjaar van 2012 werden alvast enkele uitvoeringsaspecten opgehelderd. Deze norm vormt, samen met verschillende Europese en internationale richtlijnen, een goede basis voor de correcte uitvoering van ZVB-elementen.

EISEN VOOR DE BEKISTING

Omwille van het zeer vloeibare karakter van het ZVB vormt de dichtheid van de bekisting een belangrijk aandachtspunt. De kleinste opening kan immers aanleiding geven tot lekkage van pasta met de nefaste gevolgen vandien voor het gerealiseerde element. Naden, doorvoeren van centerpenen en dergelijke dienen dan ook zo (lek)dicht mogelijk afgewerkt te worden. Daarnaast dient men ook het opdrijven van lichte elementen (bv. vloerverwarmingselementen) in de bekisting te vermijden.

Het gebruik van ZVB kan aanleiding geven tot een snellere plaatsing van het beton en dus tot hogere stortsnelheden. Dit kan, in combinatie met andere factoren (bv. de eigenschappen van het verse beton, de vorm en afmetingen van de bekisting) leiden tot bekistingsdrukken die veel hoger liggen dan bij traditioneel verdicht beton en zelfs tot hydrostatische drukken (zie [WTCB-Dossiers nr. 2006/3.7](#)). Om veiligheidsredenen raden veel documenten daarom aan om bij het ontwerp van de bekisting uit te gaan van hydrostatische drukken.

PLAATSING

Bij de ontvangst van het ZVB op de bouwplaats dient gecontroleerd te worden of het geleverde beton overeenstemt met het voorgeschreven beton. Naast een controle van de leveringsbon bestaat de kwaliteitscontrole bij voorkeur ook uit een nazicht van de vloeimaat (SF-klasse). Afhankelijk van de toepassing en de specifieke bijkomende eisen die aan het ZVB gesteld werden (bv. m.b.t. de viscositeit), dienen eventueel op een beperkt aantal stalen bijkomende verse-betonproeven uitgevoerd te worden. Desalniettemin dringt een visuele controle tijdens de uitvoering van het ZVB zich nog steeds op om onder meer ontmenging of onvolledige vulling van de bekisting tijdig op te merken.

Een bijzonder aandachtspunt voor ZVB is het verval van de verwerkbaarheid van het beton. Het beton moet immers ook aan het einde van de plaatsing nog over adequate vloeieigenschappen beschikken om zijn zelfverdichtende eigenschappen te behouden. ZVB mag bovendien op geen enkele manier getrild worden aangezien dit de ontmenging van het beton in de hand kan werken.

De lengte van de horizontaal af te leggen weg in de bekisting mag bij geen van de in de onderstaande tabel weergegeven methoden te groot worden. De maximaal aanvaardbare afstand zal voor een gegeven ZVB afhankelijk zijn van de capaciteit van het beton om zich in de bekisting te verplaatsen met behoud van zijn homogeniteit. Hoe groter de afstand, hoe meer het beton onderhevig kan zijn aan ontmenging. In



De plaatsing van ZVB vergt veel minder mankracht

Europese en Internationale richtlijnen kunnen waarden van 5 tot 10 m teruggevonden worden.

Aangezien er bij de verwerking van ZVB niet getrild mag worden, moet men opletten voor de insluiting van grote luchtbellen bij de vulling van de bekisting. Europese documenten raden daarom aan om de stortsnelheid te beperken bij verticale elementen. Bij groot-schalige projecten dienen de betonleveringen elkaar ook goed op te volgen om zichtbare stortnaden te vermijden.

Net zoals bij traditioneel verdicht beton vergt ook de nabehandeling van ZVB bijzondere aandacht om onder meer scheuren ten gevolge van plastische krimp te vermijden. Specifiek voor ZVB is dat de nabehandeling de stortsnelheid dient te volgen. ■

www.wtcb.be

WTCB-DOSSIERS NR. 2012/3.4

In de lange versie van dit artikel, die binnenkort kan gedownload worden via onze website, zullen o.a. de mechanische eigenschappen aan bod komen.

Plaatsingsmethoden voor ZVB

Methode	Opmerking	Aandachtspunten
Klassiek van bovenaf vullen	Risico op ontmenging	Valhoogte beperken tot 1 m (zoals bij traditioneel verdicht beton)
Inbrengen van een dompelbuis langs de bovenzijde van de bekisting	Een hoge wapeningsdichtheid en/of een smalle bekisting vormen een aandachtspunt	- de dompelbuis moet gekozen worden volgens de wapeningsdensiteit, de bekisting en het ZVB-mengsel - de ZVB-samenstelling moet aangepast worden aan de pompdrukken
Vullen van de bekisting langs de onderzijde met behulp van een pomp	Bij deze methode wordt het vallen van het beton in de bekisting vermeden	- de bekisting moet aangepast worden - de bekistingsdruk kan de hydrostatische druk overschrijden - de ZVB-samenstelling moet aangepast worden aan de pompdrukken - de betonleveringen moeten goed gepland worden



Het WTCB werkt momenteel aan een tweeledige Technische Voorlichting over parkeerdaken. In het eerste deel zullen het ontwerp, de samenstelling, de belastingen en de prestaties van deze daken uit de doeken gedaan worden. Het tweede deel zal handelen over de toegangshellingen, de dakdetails, de verkeersinrichtingen, het onderhoud, de pathologieën en de renovatie. In dit artikel bespreken we de reeds ingeburgerde grote principes met hun belangrijkste aandachtspunten.

E. Noirfalisie, ir., projectleider, laboratorium Isolatie- en dichtingsmaterialen, WTCB

In dit artikel wordt de aandacht toegespitst op niet-geïsoleerde daken. In de lange versie zal er ook ingegaan worden op geïsoleerde daken.

DAKAFDICHTING

Na het aanbrengen van de beschermings- en rijlaag op een parkeerdak, verdwijnt de dakafdichting uit het zicht en is deze laatste niet langer (of zeer moeilijk) te bereiken. Men dient bijgevolg maatregelen te treffen om het risico op problemen te minimaliseren, de gevolgen ervan te beperken en de opsporing of herstelling van lekken te vereenvoudigen:

- het afdichtingssysteem moet steeds **tweelagig** uitgevoerd worden (d.w.z. dat de tweede laag volvlakig op de eerste verkleefd wordt). Hierop wordt slechts één **uitzonde-ring** toegestaan: de dakafdichting mag eenlagig zijn indien ze bedekt wordt door een hechtende beschermingslaag uit gietasfalt⁽¹⁾, die fungeert als noodzakelijke aanvulling op de afdichting voor zover ze ononderbroken uitgevoerd wordt (met overbruggingsstroken onder de hernemingsvoegen). Het spreekt voor zich dat de dakafdichting in dit geval verenigbaar moet zijn met het gietasfalt
- de **dakafdichting moet volvlakig verkleefd worden op een betonnen ondergrond** (bij een niet-geïsoleerd dak of omkeerdak). Het oppervlak van de ondergrond moet, indien nodig, behandeld worden (stralen, aanbrengen van een primer of een poriënvullend impregneermiddel, uitvlakmasa, ...). De ondergrond dient monolithisch te zijn (of gemaakt te worden) en bestaat bij voorkeur uit een structureel beton om te vermijden dat het voordeel van de volvlakige verkleving verloren zou gaan (uitzonderingen: zie lange versie).

Een mogelijk dakafdichtingstype bestaat uit **vloeibaar aangebrachte harsen**. Het gaat hier om meerlagige systemen die al dan niet gewapend zijn in het dakvlak en verplicht gewapend zijn ter hoogte van de details en de verbindingen. Deze systemen worden hoofdzakelijk toe-

gepast op niet-geïsoleerde parkeerdaken. Ze kunnen in verschillende vormen voorkomen en één of meer functies uitoefenen (voor meer informatie hieromtrent dient men er de ATG van het betreffende product op na te slaan):

- louter de functie van afdichtingslaag (bedekt door een beschermings- en een rijlaag)
- drie functies in één (d.w.z. zowel de functie van afdichtings-, beschermings- als rijlaag)
- louter de functie van rijlaag (de afdichting bevindt zich dan lager in het dakcomplex).

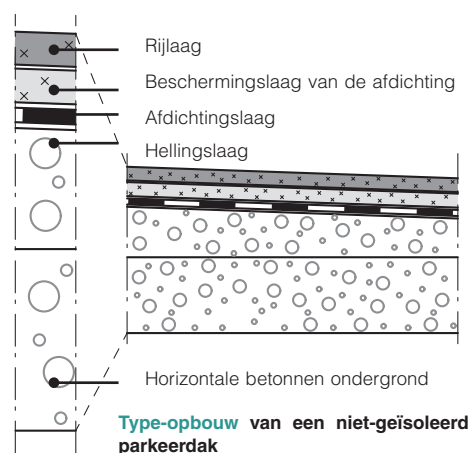
BESCHERMINGSLAAG

De dakafdichting dient steeds voorzien te worden van een bescherming (gietasfalt, beton, plaat of geocomposiet voor de drainering en/of filtering met hoge mechanische weerstand, ...). Er bestaat slechts één type rijlaag waaronder een dergelijke beschermingslaag niet verplicht is: bij tegels op tegel dragers. In dit geval dient men ervoor te zorgen dat de verkeerszones voor de aanvoer tijdens de werken een voorlopige bescherming krijgen.

RIJLAAG

De belangrijkste materialen die voor rijlagen gebruikt worden, zijn gietasfalt (type rijlaag), *in situ* gestort gewapend beton, geprefabriceerde betonplaten van alle formaten (van betonstraatstenen tot platen met zijden van enkele meters), harscoatings en mengsels zoals asfaltbeton, gepenetreerd asfalt of zeer open kunststofbeton (ZOK). Betonplaten worden doorgaans geplaatst op een straatlaag van granulaten (bv. 0/2 + 2/6 of 0/2 + 2/8 mm) of van grof zand. Een plaatsing op een gestabiliseerd zandbed wordt afgeraden bij parkeerdaken (de waterafvoerelementen kunnen verstopt raken door kalkuitlogingen).

Er dienen ook een aantal voorwaarden vervuld te zijn voor het gebruik van verdichte bitumineuze mengsels (bv. asfaltbeton en gepenetreerd asfalt⁽²⁾), die meestal toegepast worden als rij-



Type-opbouw van een niet-geïsoleerd parkeerdak

laag, maar soms ook als beschermingslaag:

- de draagstructuur moet voldoende sterk zijn om de door de plaatsings- en verdichtingsmachines veroorzaakte belastingen te kunnen opnemen (eigengewicht, trillingen ...)
- indien het mengsel rechtstreeks aangebracht wordt op de dakafdichting (als beschermingslaag), voorkomt de volvlakige verkleving van de afdichting op de ondergrond het verschuiven en rimpelen ervan (waardoor het risico op schade afneemt). Indien de afdichting om een of andere reden losliggend geplaatst moet worden, zou er enkel een verdicht mengsel aangebracht mogen worden op een beschermingslaag uit gietasfalt die volvlakig verkleefd werd op de afdichtingslaag
- bitumineuze mengsels van het type zeer open asfalt of met een uitgesproken oppervlaktetextuur (bv. SMA) worden afgeraden voor parkeerdaken. ■

www.wtcb.be

WTCB-DOSSIERS NR. 2012/3.5

De lange versie van dit artikel, die binnenkort zal verschijnen op de website, bevat meer details en bespreekt enkele voorbeelden van dakopbouwen voor parkeerdaken.

⁽¹⁾ Gietasfalt wordt anders samengesteld naargelang het gebruikt wordt als afdichtingslaag, als beschermingslaag of als rijlaag. Daarom wordt het type of de functie ervan systematisch vermeld aan de hand van de benamingen van de CCT Qualiroutes (Waals Gewest), het TB2011 (Brussels Hoofdstedelijk Gewest) of de SB250 (Vlaams Gewest).

⁽²⁾ Dikke, gesloten topklaag van zeer open asfalt waarvan de poriën dichtgegoten werden met een dunvloeibare hydraulisch gebonden mortelspecie (eventueel met hulpstoffen) ter verbetering van de mechanische eigenschappen en de stijfheid. Deze laag is voornamelijk bestemd voor zwaar verkeer.

Tijdens de afgelopen winters werden onze diensten regelmatig geconfronteerd met vragen omtrent het afbreken van dakgoten aan de voet van hellende daken. Vreemd genoeg bestaan er echter geen duidelijke aanbevelingen met betrekking tot de bevestiging van dakgoten en hun drager aan de onderliggende structuur. Dit artikel heeft dan ook tot doel om de oorzaken van dit fenomeen te preciseren en een aantal uitvoeringsaanbevelingen aan te reiken waarmee het mogelijk zou moeten zijn om dit probleem onder normale omstandigheden te vermijden.

Afbreken van hanggoten ten gevolge van sneeuwbelastingen

✍ C. Arts, ing., adviseur, afdeling Technisch advies, WTCB

A. Skowron, ir., projectleider, laboratorium Structuren, WTCB

De behandelde probleemgevallen hadden steeds betrekking op hanggoten die met behulp van goothaken en door middel van schroeven in een boordplank bevestigd waren en waarbij de boordplank op zijn beurt met nagels of schroeven in het kopse vlak van de kepers van het daktimmerwerk bevestigd was.

1 OORZAAK VAN HET FENOMEEN

De vastgestelde schade kan toegeschreven worden aan een samenspel van verschillende ongunstige factoren. Zo hebben we enerzijds te maken met een aanzienlijke langetermijnbelasting, teweeggebracht door de accumulatie van sneeuw en ijs op het dak en in de dakgoot, en anderzijds met een gebrek aan duidelijke aanbevelingen voor de bevestiging van dakgoten.

1.1 BELASTINGEN TEN GEVOLGE VAN DE GEACCUMULEERDE SNEEUW

Daar waar verse sneeuw ongeveer 100 kg/m^3 weegt, kan deze massa oplopen tot zo'n 400 kg/m^3 wanneer de sneeuw zich na verloop van tijd begint te verdichten en zelfs

tot 850 kg/m^3 wanneer de sneeuw zich begint om te vormen tot ijs. Het aantal sneeuwdagen tijdens de winter van 2010-2011 werd door het Koninklijk Meteorologisch Instituut aangeduid als zeer uitzonderlijk, wat neerkomt op een terugkeerperiode van 100 jaar. In de genormaliseerde methoden ter bepaling van de stabiliteit van constructies, gebruikt men voor de berekening van de secundaire elementen daarentegen een terugkeerperiode van 25 jaar. Aan de hand van de norm NBN EN 1991-1-3 (Eurocode 1, deel 1-3) is het mogelijk de sneeuwbelastingen te bepalen die in rekening gebracht moeten worden bij de dimensionering van constructies.

We hebben eveneens vastgesteld dat de meeste schadegevallen zich voordeden bij daken met geïsoleerde dakschilden (wat uiteraard leidt tot grotere sneeuwbelastingen). Dit fenomeen is nog meer uitgesproken bij gladde dakbedekkingen (bv. leien). Bij dooi zorgt een dergelijke dakbedekking er immers voor dat het op het dak geaccumuleerde sneeuwtapijt gemakkelijker naar de goot kan verglijden. Deze verglijding gaat op haar beurt gepaard met een aanzienlijke dynamische belasting die ervoor kan zorgen dat de dakgoot afbreekt.

1.2 BEVESTIGING VAN DE DAKGOOT EN DE BOORDPLANK

De Eurocodes en de huidige normen bevatten

geen strikte regels voor de bevestiging van secundaire niet-structurele elementen zoals dakgoten en boordplanken. We willen er echter wel op wijzen dat de norm NBN EN 1995-1-1 (Eurocode 5) – ondanks het feit dat deze uitsluitend van toepassing is op structurele elementen – toch een indicatie kan geven voor de bepaling van het aantal en de dimensionering van de bevestigingen, nodig voor de correcte fixatie van de goothaken en de boordplank.

Daarnaast bestaan er ook regels voor de goede praktijk voor de bevestiging van de goothaken. Deze zijn onder meer opgenomen in de documentatie van de fabrikanten en stonden vroeger vermeld in een aantal oudere – nu vervallen – referentiedocumenten, zoals de Eengemaakte Technische Specificaties (STS) 33 'Dakwaterafvoer' (1969) en het 'Algemeen bestek voor de uitvoering van privébouwwerken' van het WTCB (2^e uitgave, aflevering 11, 1980).

2 DIMENSIONERING EN BOUWKUNDIGE KEUZES

Opdat de dakgoot niet zou afbreken, moet men ervoor zorgen dat deze correct aan zijn drager bevestigd is. Verder dient men de belastingen te minimaliseren door een regelmatig onderhoud van de waterafvoervoorzieningen. Dit geldt met name in het zuiden en het oosten van ons land en in aanwezigheid van dakschilden met een aanzienlijke lengte.

Voor de bevestiging van de dakgoot doet men gewoonlijk een beroep op een van de volgende twee goothaaktypes:

- **goothaken met een staart** (zie afbeelding 3, p. 7): deze bieden het voordeel dat ze geen belastingen teweegbrengen op de boordplank. Bovendien zijn de bevestigingen van deze goothaken voornamelijk onderhevig aan afschuifbelastingen en staan ze loodrecht op de houtvezel van het daktimmerwerk. Dit haaktype kan echter wel problemen opleveren voor de uitvoering van de laatste tengellat of de hellende plaatsing van de dakgoot (hoewel men moet vaststellen dat een plaatsing zonder helling alsmat frequenter wordt). We willen onderstrepen dat de dakgoot in het merendeel van de door ons onderzochte



Afb. 1 en 2 Als gevolg van de accumulatie van sneeuw en ijs in de dakgoot zal deze uiteindelijk afbreken.



gevallen niet met dit haaktype bevestigd was

- **klassieke goothaken, zonder staart** (zie afbeelding 4): hierbij worden de door de dakgoot opgenomen belastingen doorgegeven aan een boordplank, die op zijn beurt in het kopse vlak van de kepers vastgemaakt is met behulp van bevestigingen die min of meer evenwijdig lopen met de vezelrichting van het hout. In dit geval zijn er dus twee bevestigingen die gedimensioneerd moeten worden. Verder willen we erop wijzen dat het verglijden van de op het dak geaccumuleerde sneeuw naar de dakgoot bij het gebruik van traditionele goothaken leidt tot zwaardere trekbelastingen dan bij een bevestiging met goothaken met een staart.

In de regels voor de goede praktijk, opgenomen in de oude STS en het 'Algemeen bestek voor de uitvoering van privébouwwerken', werd gesteld dat de afstand tussen de goothaken niet groter mocht zijn dan 33 tot 45 cm. In het geval van zogenoemde onzichtbare goothaken, zou deze tussenafstand volgens verschillende fabrikanten beperkt moeten worden tot 30 cm. In het derde deel van het 'Cahier général des charges clauses techniques (CCT SWL)', dat in 2009 uitgegeven werd door het Waalse gewest, wordt dan weer aanbevolen om elke goothaak met minstens twee schroeven te bevestigen.

Voor de bevestiging van de goothaken (al dan niet met staart) en de boordplank wordt er doorgegaan teruggegrepen naar **corrosiebestendige schroeven uit gegalvaniseerd of roestvast staal**. Indien de schroefdiameter groter is dan 6 mm, worden er bij voorkeur voorgeboorde gaten aangebracht in het hout. Een bevestiging in het kopse vlak van de kepers laat – zelfs met geprofileerde nagels – niet toe om de axiale belastingen over te brengen. Daarom zou het gebruik ervan beperkt moeten blijven tot de bevestiging van goothaken met een staart.

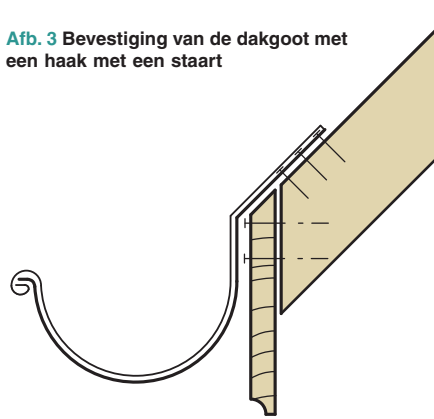
Verder zou de penetratiediepte van de schroef volgens de Eurocode 5 minstens gelijk moeten zijn aan het zesvoud van zijn diameter aan de puntzijde. Vermits de boordplanken gewoonlijk 22 mm dik zijn, dient men hier bij de dimensionering van de bevestigingen voldoende rekening mee te houden.

Ten slotte dient men erop te letten dat er een toereikende afstand blijft bestaan tussen de schroeven onderling en tussen de schroeven en de randen van de houten elementen. Tabel 1 geeft een overzicht van deze minimumafstanden en dit, voor axiaal belaste schroeven.

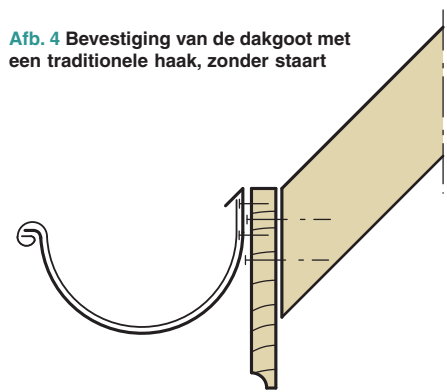
3 TOEPASSINGSVOORBEELDEN

Tabel 2 geeft een overzicht van het aantal en het type bevestigingen dat men dient aan te brengen ter hoogte van de goothaken en de boordplank en dit, afhankelijk van de lengte en de helling van het dakschild.

Afb. 3 Bevestiging van de dakgoot met een haak met een staart



Afb. 4 Bevestiging van de dakgoot met een traditionele haak, zonder staart



Tabel 1 Minimale afstand tussen de schroeven onderling en tussen de schroeven en de randen voor axiaal belaste schroeven (berekening volgens de Eurocode 5, waarin schroeven geassimileerd worden met schroefbouten zonder glad gedeelte)

Positie van de schroef	Min. afstand tussen de schroeven [mm]	Min. afstand tot de randen [mm]
Loodrecht op de houtvezel (bv. voor de bevestiging van goothaken met een staart)	4 x diameter	4 x diameter
Evenwijdig met de houtvezel (bv. voor de bevestiging van een boordplank die dienst doet als drager voor goothaken zonder staart)	4 x diameter	2,5 x diameter

Hierbij hebben we geen rekening gehouden met de dynamische belasting, tweegebracht door de verglijding van de geaccumuleerde sneeuw naar de dakgoot. Er werd met andere woorden verondersteld dat de wrijvingskracht tussen het sneeuwtapijt en de dakbedekking gelijk was aan nul. Deze predimensionering werd bovendien opgesteld voor een dakgoot met een breedte van 15 cm en een hoogte van 10 cm, bevestigd aan een boordplank van 22 mm dik uit een houtsoort met een volumieke massa van 550 kg/m³, die op zijn beurt vastgemaakt is in het kopse vlak van houten kepers met een vo-

lumieke massa van 400 kg/m³. De belastingen werden bepaald overeenkomstig de norm NBN EN 1991-1-3 en diens nationale bijlage.

Ten slotte willen we erop wijzen dat er in de aanbevelingen van de fabrikanten kleinere tussenafstanden tussen de goothaken vermeld kunnen zijn, bijvoorbeeld ter beperking van de vervorming van de dakgoot tussen twee opeenvolgende goothaken.

Dit onderwerp zal eveneens aan bod komen in een toekomstige Technische Voorlichting. ■

Tabel 2 Bepaling van het aantal en het type bevestigingen dat voorzien moet worden ter hoogte van de goothaken en de boordplank

Bevestiging van de boordplank in het kopse vlak van de kepers			
Lengte en helling van het dakschild		Lengte van het dakschild	
		Van 0 tot 10 m	Van 10 tot 20 m
Helling van het dakschild	Van 20 tot 30°	1 Ø 6 x 80 mm om de 50 cm	2 Ø 6 x 80 mm om de 50 cm
		1 Ø 8 x 80 mm om de 70 cm	1 Ø 8 x 80 mm om de 35 cm
	Van 30 tot 50°	1 Ø 6 x 80 mm om de 65 cm	2 Ø 6 x 80 mm om de 70 cm
		1 Ø 8 x 80 mm om de 90 cm	1 Ø 8 x 80 mm om de 50 cm
Bevestiging van de goothaken aan de boordplank			
Lengte en helling van het dakschild		Lengte van het dakschild	
		Van 0 tot 10 m	Van 10 tot 20 m
Helling van het dakschild	Van 20 tot 30°	2 Ø 5 x 30 mm om de 75 cm	2 Ø 5 x 30 mm om de 40 cm
	Van 30 tot 50°	2 Ø 5 x 30 mm om de 100 cm	2 Ø 5 x 30 mm om de 55 cm

Aangemoedigd door de stijgende interesse voor het milieu en de beperking van de ecologische voetafdruk, vragen opdrachtgevers steeds vaker om hout in buitentoepassingen onafgewerkt te laten. Dit gebeurt dikwijls ook uit esthetische overwegingen. Bovendien hopen sommigen hierdoor gevrijwaard te blijven van het onderhoud van de afwerking. Deze trend valt echter niet aan te raden voor houten ramen en deuren, aangezien de afwerking in dit geval een belangrijke rol te spelen heeft voor het behoud van de initiële prestaties van het schrijnwerk.

Gevolgen van het onafgewerkt laten van houten ramen en deuren

✍ F. Caluwaerts, ing., hoofadviseur, afdeling Technisch advies, WTCB
B. Michaux, ir., adjunct-afdelingshoofd, afdeling Gebouwschil en schrijnwerk, WTCB

DUURZAAMHEID

Bij de keuze van een geschikte houtsoort voor buitenschrijnwerk dient men in de eerste plaats te kijken naar de **natuurlijke duurzaamheid** ervan. Deze dient immers afgestemd te zijn op de specifieke gebruiksklasse waarin het hout aangewend zal worden.

Indien de duurzaamheid van het hout ontoereikend is, dient men het te voorzien van een verduurzaming in overeenstemming met de blootstelling. Deze behandeling bestaat erin het hout tegen houtaantastende schimmels en/of insecten te beschermen door middel van chemische verduurzamingsmiddelen. Ze kan echter geenszins de eigenlijke oppervlakteafwerking van het hout vervangen.

INVLOED VAN DE DIMENSIONALE STABILITEIT OP DE WATER- EN LUCHTDICHTHEID

De bevochtiging en droging van hout geeft onvermijdelijk aanleiding tot **dimensionale vervormingen**. Daarom verdient het aanbeveling om bij de vervaardiging van ramen en deuren gebruik te maken van stabiele tot zeer stabiele houtsoorten met een recht draadverloop (warrig of kruisdradig draadverloop valt te vermijden).

Daarenboven is het belangrijk een correct **initieel houtvochtgehalte** te kiezen naargelang van de toepassing. Voor ramen of deuren die als gevelement in contact staan met een buitenomgeving waarvan de relatieve luchtvochtigheid begrepen is tussen 60 en 90 %, wordt idealiter een massa-houtvochtgehalte tussen 12 en 18 % gekozen (dit geldt echter niet voor afzelia bipedensis).

Door de houtafwerking achterwege te laten, verliest men in feite een barrière die het schrijnwerk in belangrijke mate beschermt tegen neerslag, bezonning, schommelingen in relatieve lucht-

vochtigheid en temperatuur, uitdrogende wind, enz. Hierdoor kunnen voornoemde vervormingen zich veel sterker manifesteren en dit, zelfs bij stabiele houtsoorten en een oordeelkundig gekozen initieel vochtgehalte.

Vervormingen die niet noodzakelijk een negatieve weerslag hebben op gevelbekledingen of terrassen, kunnen wel nefaste gevolgen hebben voor ramen en deuren. De waterdichtheid van een raam is immers gestoeld op het principe van de tweetrapsdichting, dat berust op de fysieke scheiding van de water- en luchtdichtheid. Indien deze luchtdichtheid plaatselijk tenietgedaan wordt door de vervorming van de raamelementen, kunnen de eventuele waterdruppels die doorheen het waterscherm in de decompressiekamer terechtkomen, doorgeblazen worden naar de binnenomgeving.

SCHEURVORMING EN DEGRADATIE

Het ontstaan van een differentieel vochtgehalte tussen het houtoppervlak en de kern kan aanleiding geven tot windbarsten of zelfs dieptescheuren. Aangezien een afwerking het hout onder meer beschermt tegen neerslag, bezonning en uitdrogende wind, kan de afwezigheid ervan deze fenomenen nog in de hand werken.

Verder dient men rekening te houden met het feit dat het hout na verloop van tijd – door de fotochemische afbraak van de houtcomponenten (cellulose, lignine, inhoudsstoffen) onder invloed van het UV-spectrum van licht – geleidelijk aan zal beginnen te vergrijzen. Deze oppervlaktegradatie kan meer specifiek de hechting van de soepele voegen in het gedrang brengen en hierdoor een nefaste invloed uitoefenen op de water- en luchtdichtheid.

Het ontbreken van een afwerking kan ten slot-



De **waterdichtheid** van houten vensters zonder oppervlakteafwerking is niet altijd gegarandeerd

te ook nog gepaard gaan met een moeilijkere reiniging van het schrijnwerkoppervlak en het verschijnen van ontsierende vlekken door het uitloggen van de inhoudsstoffen.

CONCLUSIE

De afwerking en het onderhoud ervan hebben bij houten ramen en deuren geen louter esthetische functie. Ze vormen namelijk niet alleen een **barrière** tegen de invloedsfactoren die het houtoppervlak kunnen aantasten, maar zorgen er tevens voor dat de initiële prestaties van het schrijnwerk behouden blijven (vooral de lucht- en waterdichtheid). Het is dan ook niet verwonderlijk dat de optie om ramen en deuren onafgewerkt te laten in de STS 52.1 'Houten buitenschrijnwerk' – waarin tevens de afwerkingssystemen worden vermeld – niet weerhouden wordt (zelfs niet bij zeer duurzame houtsoorten). In dit document wordt overigens aanbevolen om het buitenschrijnwerk op de bouwplaats binnen de maand na plaatsing van zijn definitieve afwerking te voorzien. ■

www.wtcb.be

INFOFICHE NR. 61

Dit artikel maakt het voorwerp uit van een Infofiche die binnenkort kan gedownload worden via onze website.

Men kan ervan uitgaan dat zo'n 80 % van de Belgische woningen al dan niet volledig voorzien is van isolerende beglazingen. Naargelang van het beschouwde Gewest, zou de verhouding aan enkele beglazingen echter toch nog kunnen oplopen tot 30 %. Gelet op het feit dat de vermindering van het energieverbruik alsmaar belangrijker aan het worden is, is de isolatie van vensters met een enkele of dubbele beglazing van de eerste generatie dus aan het uitgroeien tot een noodzaak.

Renovatie van bestaande vensters: vervanging of andere oplossingen?

V. Detremmerie, ir., laboratoriumhoofd,
laboratorium Dak- en gevelelementen,
WTCB

G. Flamant, ir., adjunct-afdelingshoofd,
afdeling Energie en gebouw, WTCB

B. Michaux, ir., adjunct-afdelingshoofd,
afdeling Gebouwschil en schrijnwerk,
WTCB

Artikel, opgesteld met de steun van de Technologische Dienstverlening Ecobouwen en duurzame ontwikkeling in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest, gesubsidieerd door InnovIRIS

Door de vervanging van bestaande vensters door nieuwe vensters met performante of hoogrendementsbeglazingen kan men duurzame prestaties bereiken die aangepast zijn aan de specifieke noden van de bouwheer. Er bestaan echter ook oplossingen waarbij het niet nodig is om het bestaande venster volledig te vervangen. Dit is immers niet altijd mogelijk of wenselijk.

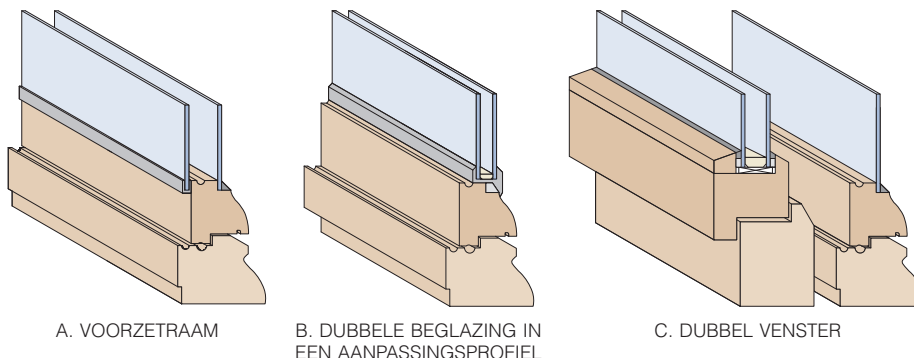
ANDERE OPLOSSINGEN

Een courante oplossing die toelaat om de volledige vervanging van het venster achterwege te laten, bestaat erin de **luchtdichtheid van het bestaande venster te verbeteren** door:

- de vervanging van de voegen tussen het metselwerk en het raamkader en tussen het kader en de beglazing door soepele kitvoegen
- het aanbrengen van dichtingsrubbers tussen de vleugel en het raamkader
- een goede afstelling van het hang- en sluitwerk ...

Deze maatregelen laten tevens toe om de akoestische isolatie te verbeteren. Ze hebben daarentegen slechts een beperkte invloed op de graad van thermische isolatie van het venster.

Een tweede oplossing bestaat in het gebruik van **voorzetramen**. Hierbij bevestigt men een tweede glasblad op het raamkader (doorgaans in een profiel) (zie afbeelding A), zodanig dat men twee naast elkaar geplaatste beglazingen bekomt die van elkaar gescheiden zijn door een luchtlaag. Aangezien het risico op condensatie tussen de glasbladen quasi onvermijdelijk is, wordt het gebruik van verlijmd voorzetramen afgeraden. Beweegbare voorzetramen genieten de voorkeur omdat ze gemakkelijker te onderhouden zijn. Deze oplossing is evenwel



Oplossingen die geen vervanging van het bestaande venster vereisen (de ontwaterings- en ventilatieopeningen zijn niet voorgesteld)

niet zo doeltreffend (zie tabel) en wordt in de praktijk dan ook weinig aangewend.

Een derde oplossing bestaat erin de bestaande beglazing te vervangen door een **performante dubbele beglazing, maar met behoud van het raamkader** (voor zover de sterkte van het profiel en het hang- en sluitwerk dit toelaten). De dubbele beglazing wordt gewoonlijk voorge-monteerd in een aanpassingsprofiel, waarna het geheel geïntegreerd wordt in het bestaande kader (zie afbeelding B). Naargelang van het gehanteerde beglazingstype is het met deze oplossing mogelijk om een thermisch en akoestisch prestatieniveau te bereiken dat vergelijkbaar is met dat van een nieuw venster. In de praktijk is het echter vaak moeilijk om te voldoen aan alle aanbevelingen met betrekking tot de ontwatering van de sponning. Bij metalen raamkaders is het risico op condensatie bovendien reëel.

Het principe van het **dubbele venster**, dat erin bestaat om een tweede venster – gewoonlijk langs de binnenzijde – in de dikte van de gevelmuur aan te brengen (zie afbeelding C), heeft ten slotte zowel vanuit een thermisch als een akoestisch oogpunt tal van voordelen te bieden. Om het risico op condensatie te beperken, dient men te zorgen voor een correcte luchtdichtheid langs de binnenzijde en dient men erop toe te zien dat de tussenliggende spouw lichtjes ge-ventileerd wordt met buitenlucht.

THEORETISCHE VERGELIJKING

In onderstaande tabel werden de prestaties van enkele mogelijke renovatiescenario's voor een bestaand venster, opgebouwd uit een eiken kader met een sectie van 45 mm en een enkele beglazing van 4 mm, onderling vergeleken. ■

Prestaties van het bestaande venster en het gerenoveerde venster

Prestaties	Be- staand houten venster	Voorzetraam ⁽¹⁾		Dubbele be- glazing ($U_g = 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$)	Nieuw houten venster ⁽²⁾	Dubbel venster ⁽³⁾
		Float- glas	Gecoat glas ($\epsilon = 0,15$)			
U-waarde van het venster [$\text{W/m}^2\text{K}$]	4,7	2,9	2,1	1,7	1,6	1,2
Luchtdichtheid	-- ⁽⁴⁾	-- ⁽⁴⁾	-- ⁽⁴⁾	-- ⁽⁴⁾	++	++
Waterdichtheid	-- ⁽⁵⁾	-- ⁽⁵⁾	-- ⁽⁵⁾	-- ⁽⁵⁾	++	++
Duurzaamheid	-/+	-	-	-/+	++	-/+ ⁽⁶⁾

⁽¹⁾ 4 mm dik, op een afstand van 15 mm van de bestaande beglazing.

⁽²⁾ Hout met hoge dichtheid, sectie van 58 mm, dubbele beglazing ($U_g = 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$).

⁽³⁾ Het tweede venster, dat identiek is aan het nieuwe houten venster ⁽²⁾, wordt op een afstand van 50 mm van het bestaande venster geplaatst.

⁽⁴⁾ Mogelijke verbetering tot ++ door toevoeging van voegen en door toe te zien op de duurzaamheid ervan.

⁽⁵⁾ Mogelijke evolutie tot -- indien de luchtdichtheid verbetert, of tot ++ indien het bestaande kader voorzien wordt van een decompressiekamer.

⁽⁶⁾ Score die voortvloeit uit het behoud van het bestaande venster.

Bij het kiezen van bouwmaterialen en -systemen, houdt men niet alleen rekening met de technische, esthetische en economische aspecten, maar ook met de geldende regelgeving. Daarnaast spelen ook ecologische overwegingen een steeds grotere rol. Toch ontbreekt nog al te vaak eenduidige en objectieve informatie over de milieu-aspecten van de materialen. Dit artikel geeft de resultaten weer van een WTCB-studie rond de milieu-impact van bepleistering op buitenisolatie (ETICS).

Milieu-impact van ETICS

L. Wastiels, dr. ir. arch., projectleider, laboratorium Duurzame ontwikkeling, WTCB
Y. Grégoire, ir. arch., afdelingshoofd, afdeling Materialen, WTCB

Dit onderzoek werd uitgevoerd in het kader van de Technologische Dienstverlening Duurzaam bouwen en duurzame ontwikkeling in het Brusselse Gewest en de Technologische Dienstverlening RD2: renovatie en duurzame ontwikkeling in het Waalse Gewest.

ETICS worden frequent toegepast bij renovatie en nieuwbouw. Technische detaillering, regels van goede praktijk en informatie over de plaatsing en het gedrag van ETICS zijn terug te vinden in verscheidene WTCB-publicaties.

In deze studie wordt een grondige vergelijkende analyse gemaakt van de milieu-impact van ETICS aan de hand van levenscyclusanalyses (LCA) van ETICS met verschillende isolatiematerialen, bevestigingsmiddelen en pleisters. Een LCA is een techniek om de impact te kwantificeren die een product, gebouwelement of gebouw uitoefent op het milieu tijdens de verschillende fases van zijn levenscyclus (i.e. productie, constructie, gebruik en het einde van de levensduur).

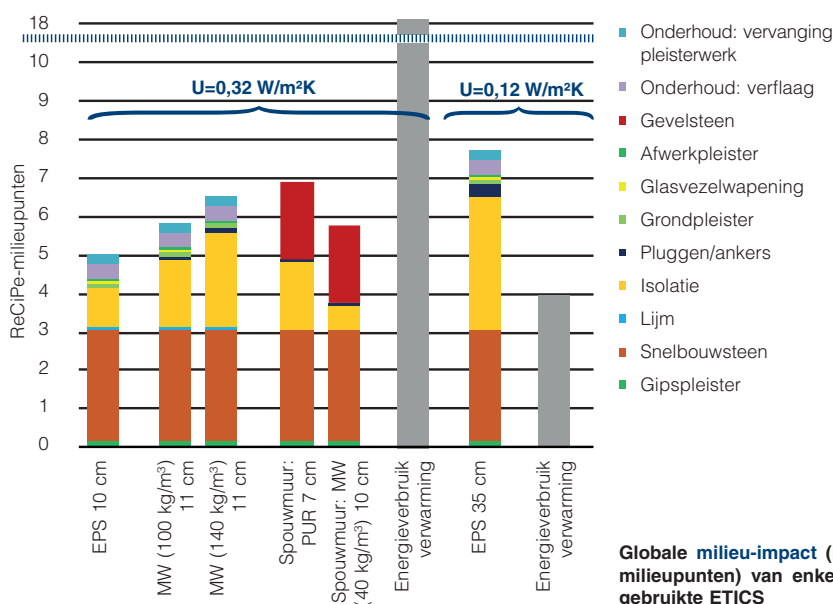
OPZET VAN DE STUDIE

Bij de vergelijking beschouwen we, over een levensduur van 60 jaar, 1 m² muur met een thermische weerstand die ofwel voldoet aan de huidige EPB-regelgeving, ofwel aanzienlijk strenger is ($U = 0,32$ en $0,12 \text{ W/m}^2\text{K}$). De muur is van binnen naar buiten opgebouwd uit

een minerale gipspleister (1 cm), een metselwerk uit snelbouwsteen (14 cm), een lijm, een (al dan niet mechanisch bevestigd) isolatiemateriaal, een grondpleister voorzien van een glasvezelwapening en een afwerkpleister. Ter vergelijking beschouwen we de milieu-impact van een spouwmuur (isolatie, luchtspouw met ankers en 9 cm gevelsteen).

INVLOED VAN MATERIALEN

De afbeelding geeft de globale milieu-impact (in ReCiPe-milieupunten) weer van enkele courant gebruikte ETICS in functie van hun opbouw. De verschillen tussen de systemen zijn voornamelijk te wijten aan de impact van de isolatiematerialen: ETICS met geëxpandeerde polystyreenplaten (EPS) hebben een kleinere milieu-impact dan ETICS met rotswol (MW) omwille van de hoge dichtheid (140 kg/m^3) van dit laatste materiaal. Er worden betere resultaten behaald wanneer men deze dichtheid verlaagt. De impact van andere isolatiematerialen zoals houtvezelisolatie, XPS, PUR-platen, cellenglas en geëxpandeerde kurk, komt aan bod in het volledige artikel.



Globale milieu-impact (in ReCiPe-milieupunten) van enkele courant gebruikte ETICS

CEN TC 350

Dit TC rondde de harmonisatie van de methoden voor milieu-analyses af en publiceerde in 2012 de normen EN 15804 en 15978 voor de uitvoering van levenscyclusanalyses op product- en gebouwniveau. Het WTCB is sectorale operator voor deze commissie.

Voorts blijkt dat de pleisters en mechanische bevestigingen een kleinere invloed uitoefenen op de globale milieu-impact. Ook onderling is er slechts weinig verschil in de milieu-impact tussen verschillende soorten pleisters (organische versus minerale pleisters).

INVLOED VAN ONDERHOUD

Verf voor een periodiek tienjarig onderhoud heeft een klein, maar niet te verwaarlozen, effect. Een vervanging van het pleisterwerk tijdens de levensduur van 60 jaar leidt logischerwijs tot een verhoging van de milieu-impact. Om de voorziene levensduur te bereiken, zijn een goed ontwerp, een correcte detaillering en plaatsing en een degelijk onderhoud primordiaal.

INVLOED VAN WARMTEVERLIEZEN

De energie die tijdens de gebruiksfase verbruikt wordt ten gevolge van warmteverliezen doorheen de wand, heeft ook een effect op het milieu. Dit effect is twee tot driemaal groter dan de milieu-impact van de materialen voor wanden die gedimensioneerd werden volgens $U = 0,32 \text{ W/m}^2\text{K}$. Het belang van een goede gebouwisolatie wordt hierdoor nogmaals onderstreept. Bij wanden met hogere isolatiewaarden ($U = 0,12 \text{ W/m}^2\text{K}$) neemt deze gebruiksimpact af, maar stijgt de milieu-impact van de materialen omwille van de grotere isolatiediktes. Gezien de huidige trend (en verplichting) naar thermisch beter geïsoleerde woningen zal het belang van milieubewuste materiaalkeuzes enkel toenemen. ■

www.wtcb.be

WTCB-DOSSIERS NR. 2012/3.9

De lange versie van dit artikel kan binnenkort gedownload worden via onze website.

Dit artikel beschrijft verschillende soorten textiele vloerbekledingen en de eisen waaraan deze moeten beantwoorden volgens de productnormen en de CE-markering. Daar men zich tegenwoordig vragen stelt over de emissie van vluchtige organische stoffen (VOS) door deze producten en de mogelijke invloed ervan op de luchtkwaliteit binnen het gebouw, zullen we hier tevens aandacht besteden aan de nakende implementatie van meer gezondheidsgerichte eisen in de CE-markering.

Textiele vloerbekledingen: huidige en toekomstige eisen

M. Lor, dr., projectleider, laboratorium
Bouwchemie, WTCB

CLASSIFICATIE EN TOEPASSINGSGEBIED

Een textiele vloerbekleding is een soepele vloerbekleding waarvan de gebruikslaag bestaat uit natuurlijke of synthetische textielvezels of uit een combinatie hiervan. Wanneer deze vloerbekledingen de gehele vloer van een lokaal bedekken, spreekt men van vast- of kamerbreed tapijt.

Volgens de norm ISO 2424 kunnen textiele vloerbekledingen opgesplitst worden in **twee grote categorieën: vloerbekledingen met of zonder pool** (i.e. het geheel van draden of vezels die rechtopstaand verbonden zijn met de onderlaag en dienst doen als gebruikslaag (loopvlak)). Binnen beide groepen kunnen er vervolgens verschillende ondersoorten onderskend worden, afhankelijk van de productiewijze (zie onderstaande afbeelding).

In deze productnormen vindt men, naast specifieke producteisen, ook eisen en proeven terug voor de bepaling van het toepassingsgebied of de gebruiksklassen van een bepaalde

bekleding. Deze gebruiksklassen werden vastgelegd in de norm NBN EN 685, waarin een onderscheid gemaakt wordt volgens het gebruiksgebied en de gebruiksintensiteit van de bekleding (zie ook [TV nr. 241](#)) en waarin aan elke klasse een 2-cijferige indeling toegekend wordt. Zo geeft de klasse 21 een toepassing in een woonomgeving aan, waarbij er een intermitterende doorgang is (bv. een kamer), terwijl de klasse 33 een commerciële toepassing aanduidt, waarbij er een intense doorgang is. Deze laatste klasse is overigens de hoogst mogelijke gebruiksklasse voor textiele vloerbekledingen, aangezien hun gebruik beperkt is tot residentiële en commerciële toepassingen.

HUIDIGE EISEN IN DE CE-MARKERING

De eisen waaraan textiele vloerbekledingen moeten voldoen, staan vermeld in de norm NBN EN 14041. Deze norm vormt de basis voor de CE-markering, die sinds 2007 verplicht is voor deze bouwproducten (zie afbeelding, boven de stippellijn). De eisen hebben betrekking op de brandreactie, het pentachloorfenol-gehalte, de emissie van formaldehyde, de waterdichtheid, de slipweerstand, het elektrische gedrag en de

warmtegeleiding. Er zijn echter slechts twee kenmerken die momenteel verplicht in de CE-markering vermeld moeten staan: de brandreactieklasse en de slipweerstandsklasse.

TOEKOMSTIGE EISEN VOOR TEXTIELE VLOERBEKLEDINGEN IN DE CE-MARKERING

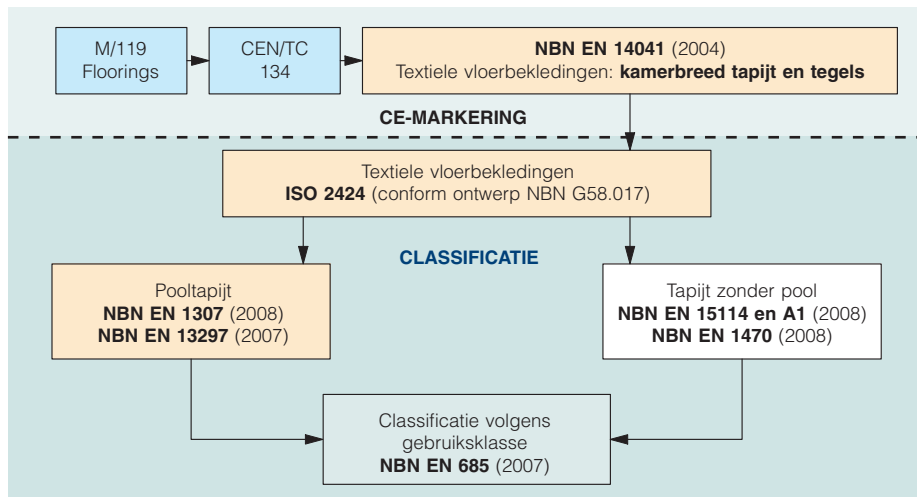
De huidige voorschriften met betrekking tot de emissie van VOS uit de CE-markering zullen in de nabije toekomst sterk uitgebreid worden. Het CEN-mandaat voor vloerbekledingen (M/119) wordt momenteel immers herzien door de Europese Commissie. In de herziene versie zullen meer bepaald de VOS-criteria uit de Franse en Duitse emissiewetgevingen overgenomen worden.

In België is er tegenwoordig een KB in de maak voor de vastlegging van drempelniveaus voor de VOS-emissie van onder meer textiele vloerbekledingen. De inwerkingtreding van dit besluit is voorzien voor 1 januari 2014.

CONCLUSIE

In het kader van de Europese Bouwproductenrichtlijn zullen textiele vloerbekledingen weldra aan emissiecriteria (voor VOS en formaldehyde) moeten beantwoorden om een CE-markering te verkrijgen.

Om deze verplichting te kunnen concretiseren, wordt de norm NBN EN 14041 voor textiele vloerbekledingen momenteel herzien. Zo bevindt de Europees geharmoniseerde proefmethode voor de toetsing aan de (nationale) emissielimieten zich op dit ogenblik in de validatiefase. ■



Soorten textiele vloerbekledingen met hun productnormen

www.wtcb.be

WTCB-DOSSIERS NR. 2012/3.10

De lange versie van dit artikel kan binnenkort gedownload worden via onze website.

De vervormbaarheid van mortellijmen en voegmortels is een belangrijke parameter voor de spanningsopbouw in een vloercomplex. Dit artikel beschrijft de genormaliseerde proefmethode en de bijhorende classificatie en geeft aanbevelingen voor het gebruik van vervormbare mortellijmen en voegmortels.

Vervormbaarheid van mortellijmen en voegmortels

✍ T. Vangheel, ir., projectleider, laboratorium Ruwbouw- en afwerkingsmaterialen, WTCB

Dit artikel kwam tot stand in het kader van de Normen-Antenne Afwerking.

Een vloersysteem is opgebouwd uit diverse met elkaar verbonden lagen die doorgaans verschillend reageren op optredende mechanische, fysische of hygrothermische belastingen. Dit uiteenlopende vervormingsgedrag zal ongetwijfeld spanningen opwekken in de verschillende lagen van het vloersysteem. Deze spanningen vormen geen probleem zolang de onderlinge hechtsterktes en/of de materiaalterktes niet overschreden worden. Indien dit wel het geval is, zal er schade optreden in de vorm van scheuren en/of onthechtingen.

In de [Infofiche nr. 54](#), die in juli 2011 verscheen,

worden verschillende factoren beschreven die een rol kunnen spelen bij het **loskomen van vloertegels**. We leerden onder meer dat de in de vloerlagen opgewekte spanningen groter kunnen worden dan de initiële hechting van de tegels aan de ondergrond en aldus verantwoordelijk kunnen zijn voor de onthechting van de afwerkingslagen.

Mogelijke preventieve acties zijn het beperken van de krimpspanningen in de ondergrond (door het tijdstip van de afwerking en/of de samenstelling van de ondergrond aan te passen), het vermijden van te grote temperatuurvariaties en het respecteren van de bouwprincipes (bv. uitzettingsvoegen voorzien).

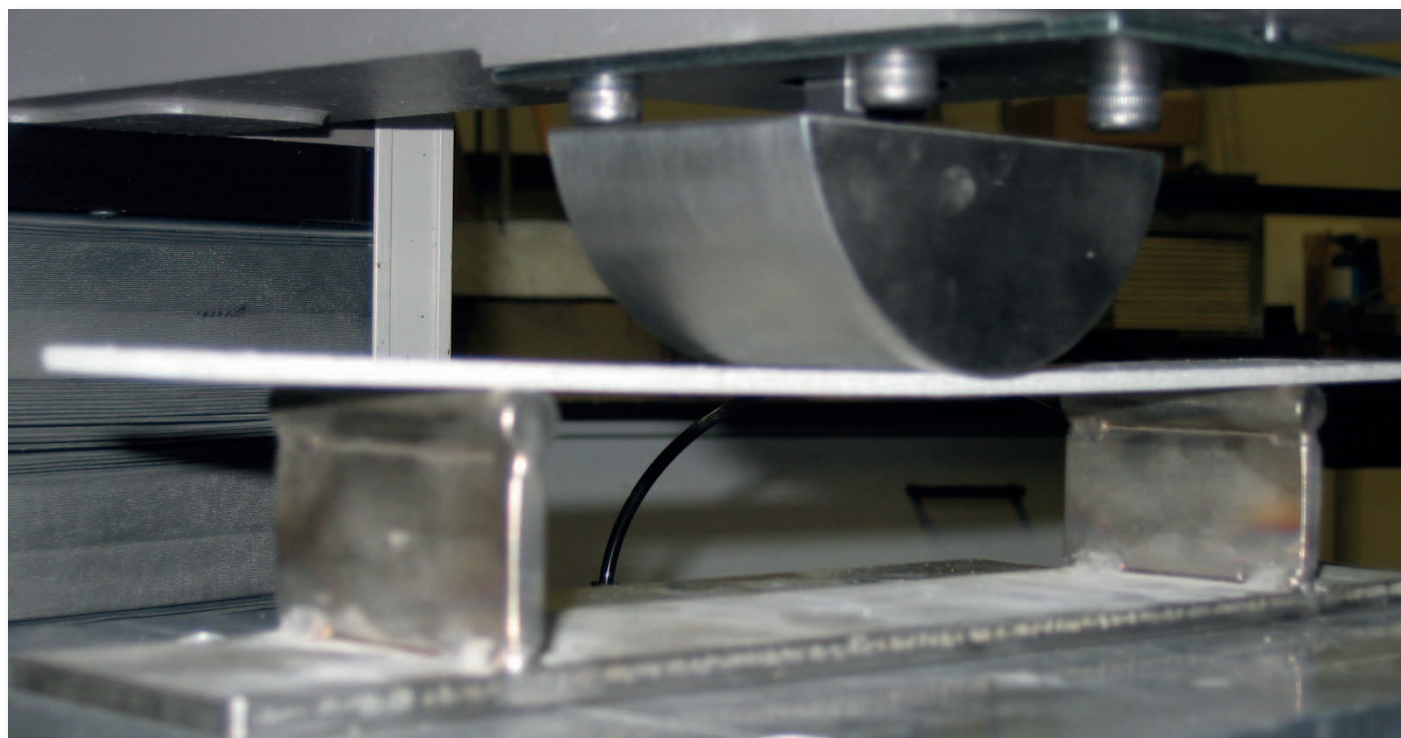
Ook het **hechtingsmiddel** oefent een niet te verwaarlozen invloed uit op de omvang van de spanningen. Zo is uiteraard de hechtsterkte van de tegel van belang, maar ook zijn vervormingscapaciteiten en de dikte van de

lijmlaag. Naarmate het hechtingsmiddel meer vervormbaar is, zullen de spanningen die zich ontwikkelen in de lijm, in de ondergrond en in de afwerking immers kleiner zijn.

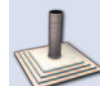
We merken op dat de term 'flex' nog vaak gebruikt wordt om aan te geven dat een tegellijm flexibel of vervormbaar is. Aangezien deze benaming niet opgenomen werd in de van kracht zijnde normen, bestaan er geen eisen voor de eigenschappen van dergelijke tegellijmen (bv. in verband met de dwarse vervorming). Het gaat dus om een puur commerciële benaming die zou moeten vervangen worden door de Europese terminologie.

NORMATIEF KADER

Volgens de productnorm NBN EN 12004 dient men de vervormbaarheid van een tegellijm te evalueren volgens de proefnorm NBN



Afb. 1 Driepuntsbuigproef volgens de norm NBN EN 12002



EN 12002. Deze laatste norm beschrijft de bepaling van de **dwarsvervorming** voor cementgebonden tegellijmen en voegmortels die gebruikt worden voor de betegeling van muren en vloeren in binnen- en buitentoepassingen. De norm is enkel van toepassing op cementgebonden producten (C) en niet op lijmen en mortels in dispersie (D) of met reactiehars (R).

Bij deze proef worden mortelplaatjes aangemaakt van 280 mm lang, 45 mm breed en 5 mm dik. Na verharding en conditionering gedurende 28 dagen voert men een driepuntsbuigproef uit tot er zich een breuk voordoet (zie afbeelding 1). Vervolgens meet men de verticale verplaatsing in millimeter (dwarsvervorming genoemd in de norm NBN EN 12002) in het midden van het proefstuk.

De productnorm voor tegellijmen NBN EN 2004 onderscheidt de volgende twee klassen van dwarsvervorming:

- S1: vervormbare mortel, dwarse vervorming begrepen tussen 2,5 en 5 mm
- S2: zeer vervormbare mortel, dwarse vervorming groter dan 5 mm.

Indien de verticale verplaatsing kleiner blijft dan 2,5 mm, wordt geen specifieke klasse toegerekend (zie afbeelding 3).

De intrinsieke materiaaleigenschap die de classificatie S1 of S2 bepaalt, is de **elasticiteitsmodulus**. Materialen met een lage elasticiteitsmodulus zijn meer vervormbaar dan materialen met een hoge elasticiteitsmodulus. De totale vervorming die de mortellijmlaag ondergaat, is tevens afhankelijk van haar dikte. Dunne lijmlagen worden gekenmerkt door relatief beperkte vervormingen die soms onvoldoende kunnen zijn om krimp- en kruipbewegingen van de ondergrond op te nemen (bv. bij een jonge cementgebonden ondergrond).

De tegelzetter kan de dikte van de lijmlaag echter niet zomaar vrij kiezen aangezien deze onder meer afhangt van de vlakheid van de ondergrond en de tegel, het formaat van de tegel en het lijmtypen.

Hoewel men met de proefnorm de dwarsvervorming van zowel mortellijmen als voegmortels kan bepalen, worden er in de productnorm voor voegmortels NBN EN 13888 geen eisen vermeld voor deze eigenschap. De technische fiches van voegmortels bevatten bijgevolg zelden of nooit informatie over de vervormbaarheid ervan. Om de gebruikers beter te informeren, zou het nuttig zijn mochten de fabrikanten deze eigenschap voortaan meedelen in de technische fiches.

SPANNINGEN IN TEGELVLOEREN

In de praktijk worden tegellijmen echter vooral



Afb. 2 Het hechtingsmiddel oefent een niet te verwaarlozen invloed uit op de omvang van de spanningen

op afschuiving (eventueel in combinatie met druk) belast in plaats van op buiging zoals in de proef. De relevantie van deze genormaliseerde proef werd dan ook al snel in vraag gesteld.

De karakteristieken uit een buigproef kunnen echter gerelateerd worden aan de karakteristieken die het afschuivingsgedrag bepalen. Op onrechtstreekse wijze kan er uit deze proef bijgevolg wel relevante informatie afgeleid worden over het gedrag dat de tegellijm in de praktijk zal vertonen.

GEbruik

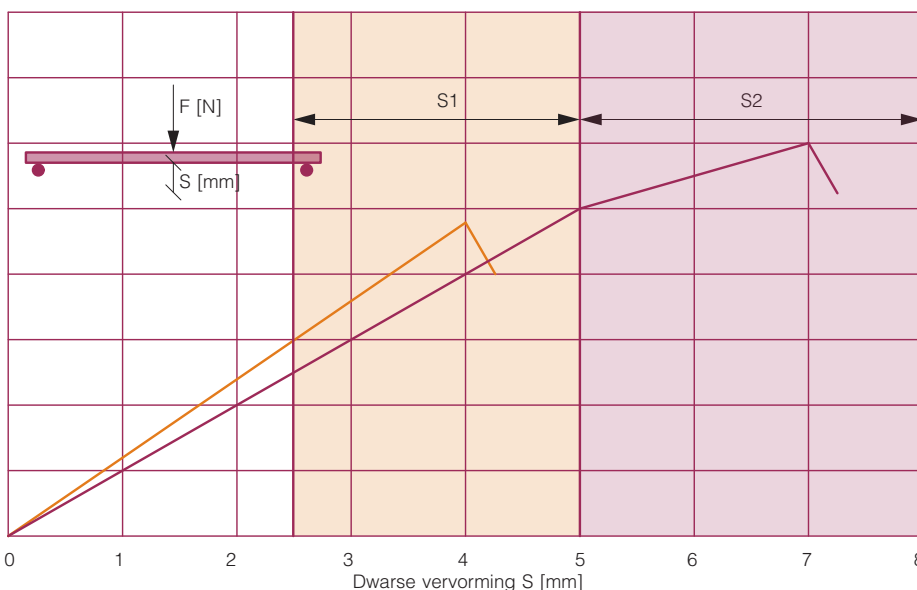
Noch de productnormen, noch andere nor-

matieve documenten vermelden het toepassingsdomein van vervormbare tegellijmen en voegmortels.

Het WTCB raadt daarom in de [TV nr. 227](#) over muurbetegelingen en in de [TV nr. 237](#) over keramische binnenvloeren aan om mortellijmen met de optionele eigenschap S1 of S2 te gebruiken voor sterk blootgestelde en/of zwaar belaste betegelingen (bv. gevels en terrassen, vloeren met vloerverwarming of -vloerkouling) waarin grote temperatuurverschillen en thermische schokken kunnen optreden.

Voor het gebruik van vervormbare voegmortels is het ten slotte raadzaam om steeds informatie in te winnen bij de producenten. ■

Kracht F [N]



Afb. 3 Dwarse vervorming van een mortelplaatje

Door de mechanische-ventilatie-debieten op te meten, kan men niet alleen de installatie afstellen, maar ook de conformiteit van de werkelijk behaalde debieten aantonen. Jammer genoeg zijn niet alle verkrijgbare meetinstrumenten even goed geschikt. Dit artikel gaat na in hoeverre de meetmethoden ter bepaling van de mechanische-ventilatie-debieten voor residentiële toepassingen betrouwbaar zijn.

 S. Caillou, dr. ir, projectleider, laboratorium Luchtkwaliteit en ventilatie, WTCB

Dit onderzoek kwam tot stand in het kader van het OPTIVENT-project, met de financiële steun van het IWT.

Mechanische-ventilatie-debieten opmeten

WAAROM MEET MEN DEBIETEN OP?

De opmeting van de mechanische-ventilatie-debieten is een cruciale stap bij de **indienststelling van een ventilatiesysteem**. Deze meting is immers noodzakelijk voor de afstelling van de installatie, meer bepaald voor de afstelling van de ventilator en de pulsie- en extractieventielen in de verschillende ruimten, teneinde op elke plaats het juiste debiet te bekomen.

Dankzij deze meting kan men in het kader van de EPB-regelgeving ook enkele punten winnen voor het **E-peil** (enkel voor woningen). Zo kan men, afhankelijk van het systeem, 2 tot 5 punten winnen door aan te tonen dat de debieten correct afgesteld werden.

EEN GOED MEETINSTRUMENT KIEZEN

Ter bepaling van de ventilatie-debieten zijn er verschillende methoden en meetinstrumenten voorhanden. Daarom heeft het WTCB een proefcampagne opgestart waarbij de meetmethoden getest werden ter hoogte van de pulsie- en extractieventielen. Onderstaande tabel geeft een overzicht van de beproefde metho-

den en reikt een aantal criteria aan die toelaten om de voor- en nadelen ervan te bepalen.

Uit de tabel blijkt dat toestellen met een **drukcompensator en een stabiliserend rooster** uitstekende resultaten bieden, zowel op het vlak van meetbetrouwbaarheid als van gebruiksgemak (1). Het rooster is een cruciaal element dat de luchtstroom kan stabiliseren en zelfs met een verstoorde luchtstroming goede resultaten oplevert (bv. asymmetrische stroming, een ventiel met zogenoemde schone sector, een plaatselijk zeer hoge luchtsnelheid ...). De geïntegreerde ventilator van dit meetinstrument compenseert op zijn beurt het drukverlies dat veroorzaakt wordt door het instrument.

Varianten van deze methode, die gebruikmaken van **drukcompensatie zonder stabiliserend rooster**, leveren in bepaalde gevallen minder goede resultaten op (2). Dit geldt met name wanneer het pulsie- of extractieventiel abnormaal gesloten is of wanneer de luchtstroom asymmetrisch is ter hoogte van het pulsieventiel.

Een andere, vaak gebruikte, methode bestaat uit een **luchtsnelheidsmeter voorzien van**

een op een conus bevestigde cirkelvormige propeller. Deze methode kan in bepaalde omstandigheden echter sterk afwijkende resultaten opleveren (3).

Men kan ook overwegen om een **kleine sensor** (warme draad of kleine anemometer) in de leiding te plaatsen. Hoewel deze methode minder gebruiksvriendelijk is (4), kan ze onder bepaalde voorwaarden ook toegepast worden ter hoogte van de pulsie- of extractieventielen. In voorkomend geval dient men een bijkomend leidingdeel te voorzien (bv. met een lengte van 1 m) dat men met het ventilatienetwerk verbindt in plaats van met het ventiel. Het ventiel wordt vervolgens opnieuw aangebracht aan het andere uiteinde van dit leidingdeel. De voorwaarden voor de toepassing van deze methode en de beperkingen ervan worden uitvoeriger besproken in de lange versie van dit artikel. ■

www.wtcb.be

WTCB-DOSSIERS NR. 2012/3.12

De lange versie van dit artikel kan binnenkort gedownload worden via onze website.

Overzicht en efficiëntie van de belangrijkste meetmethoden ter hoogte van de ventielen

Meetmethode		Extractie		Pulsie			Prijsindicatie [€]	Gebruiksgemak
		Volgende open ventiel + al dan niet gecentreerd instrument	Zeergesloten ventiel	Volgende open ventiel met symmetrische stroming + gecentreerd instrument	Ventiel met symmetrische stroming + niet-gecentreerd instrument	Zeergesloten ventiel met asymmetrische stroming		
1	Compensatie met rooster	✓	✓	✓	✓	✓	2500 tot 3500	Eenvoudig en snel
2	Compensatie zonder rooster	✓	✗	✓	✓	✗	2500 tot 3500	Eenvoudig en snel
3	Luchtsnelheidsmeter met conus	✓	✗	✓	✗	✗	< 1000	Eenvoudig en snel
4	Kleine sensor in de leiding	✓	✓	✓	Niet van toepassing	✓	< 1000	Minder handig: berekening vereist

Legende

✓: in de meeste gevallen betrouwbare meting.
✗: onjuiste resultaten of onstabiele meting.

Om de installaties voor de distributie van sanitair water in gebouwen correct te kunnen ontwerpen, heeft men relevante en recente informatie nodig over de piekdebieten die er voorkomen. Voor België is dergelijke informatie momenteel echter niet beschikbaar. Het WTCB voerde daarom een onderzoek uit naar de toepasbaarheid van bestaande buitenlandse dimensioneringsrichtlijnen op Belgische appartementsgebouwen.

Waterverbruik en piekdebieten in appartementsgebouwen

B. Bleys, ir., projectleider, laboratorium Duurzame energie- en watertechnieken, WTCB

Dit onderzoek werd uitgevoerd in het kader van een lopend onderzoek binnen het WTCB-laboratorium Duurzame energie- en watertechnieken. Tijdens dit onderzoek trachten we voor verschillende gebouwtypes alle waterverbruiken en debieten in kaart te brengen. We bekijken hierbij zowel het sanitaire water (i.e. sanitair warm en koud water) als het tweedecircuitwater (bv. hemelwater of putwater) en dit voor woningen, rust- en verzorgingstehuizen, ziekenhuizen, kantoorgebouwen, scholen, hotels, enz. Deze gegevens zijn onder meer noodzakelijk voor de bepaling van de leidingdiameters en de productiemiddelen voor sanitair warm water evenals voor de dimensionering van hemelwartertanks en hemelwaterpompen.

De **bestaande dimensioneringsmethoden** voor leidingen (de Duitse DIN 1988-3 uit 1988, de Belgische NBN EN 806-3 uit 2006, de Franse DTU 60.11 uit 1988 en de Nederlandse ISSO 55 uit 2001) zijn vaak achterhaald en/of onaanpast aan de Belgische gebruiksvoorwaarden. Bovendien zijn de comforteisen van de gebruikers de laatste jaren sterk geëvolueerd (bv. douches met een groot debiet, jacuzzi's, ...), gaat men op zoek naar steeds zuinigere tappunten (bv. wc's met een beperkt spoelvolume, waterloze urinoirs) en zit het gebruik van tweedecircuitwater in de lift. Het is met andere woorden niet verwonderlijk dat we de huidige relevantie van deze richtlijnen in vraag stellen.

Hieronder worden de **eerste resultaten** van metingen in drie appartementsgebouwen toegelicht. De metingen zullen nog geruime tijd voortgezet worden om tot een statistisch relevant aantal opgemeten gebouwen te komen en, indien opportuun, een Belgische dimensioneringsmethode te kunnen uitwerken.

ONDERZOEKSPROGRAMMA

We maten in de loop van 2011 het totale verbruik van sanitair water op in drie appartementsgebouwen van verschillende grootte:

- gebouw 1 in Louvain-la-Neuve (LLN1): 56

- apartementen (waarvan 43 studio's)
- gebouw 2 in Louvain-la-Neuve (LLN2): 16 appartementen
- gebouw 3 in Brecht: 7 appartementen.

De bewoners van LLN1 en LLN2 bestonden voor een groot deel uit studenten. Het waterverbruik van elk gebouw werd gemeten over een periode van minstens één maand met een meetinterval van 1 seconde. De metingen werden uitgevoerd met een ultrasoon debietmeettoestel waarvan de meetsensor vlak na de waterteller geplaatst werd. Aangezien de sensoren van dergelijke meettoestellen bovenop de buizen geplaatst worden, was het niet nodig om aanpassingen te doen aan de installatie.

Voor de drie gebouwen werd telkens ook de volledige uitrusting (soort en aantal tappunten) opgelijst omdat de meeste bestaande dimensioneringsmethoden deze gegevens vereisen.

doorgaans vrij lage debieten vast. Tijdens de metingen in LLN1 en LLN2 werd er echter bijna de hele dag door water getapt, hetgeen verklaard kan worden door de gebouwbezetting (veel studenten).

Het onderstaande **staafdiagram** vergelijkt, voor de drie gebouwen, de opgemeten piekdebieten (d.w.z. de maximaal opgetekende debieten tijdens de meetcampagne) met de verwachte piekdebieten, berekend met de bestaande dimensioneringsmethoden (op basis van de gebouwuitrusting). Onderaan wordt tevens het gemiddelde debiet over de volledige meetperiode weergegeven. We stellen vast dat:

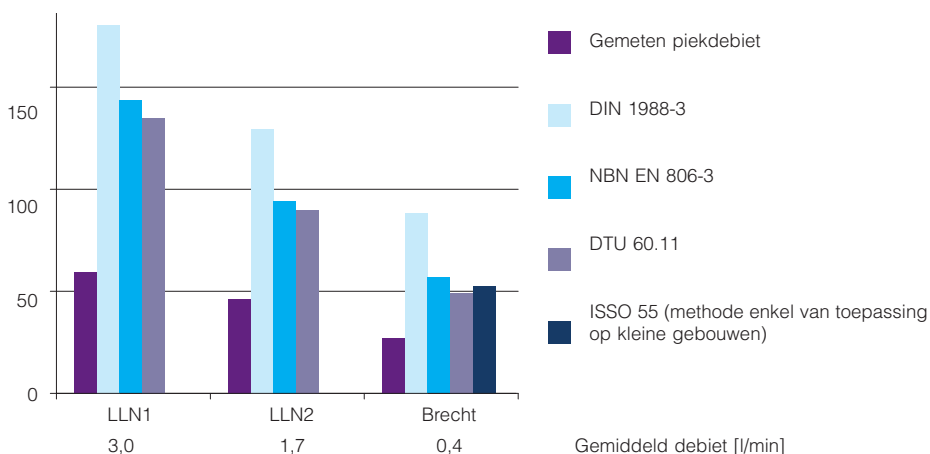
- de bestaande richtlijnen de piekdebieten in de drie gebouwen overschatten
- de overschatting het grootst is voor DIN 1988-3
- de gemeten piekdebieten 20 tot 70 maal hoger liggen dan de gemiddelde debieten.

Het spreekt voor zich dat we geen statistisch relevante besluiten mogen formuleren naar aanleiding van metingen in slechts drie gebouwen. Hoewel de meetperiode van één maand wel voldoende lang is om de invloed van de weekvariaties op te vangen, is ze te kort om rekening te houden met seizoensvariaties. Bovendien bestaan er zeker ook gebouwen van vergelijkbare grootte waar de piekdebieten groter zullen zijn. Een zekere veiligheidsfactor ten opzichte van deze meetresultaten blijft met andere woorden aangewezen. ■

RESULTATEN

We kunnen uit de meetresultaten afleiden dat:

- er **grote fluctuaties** zijn in de opgemeten debieten: perioden met een laag verbruik worden afgewisseld door perioden met een hoog verbruik (piekdebieten)
- de **hoogste piekdebieten** voorkomen tussen 6u30 en 10u en tussen 18u en 22u, wat typerend is voor woongebouwen. In dergelijke gebouwen stellen we tussen 9u en 16u



Vergelijking tussen de gemeten en de berekende piekdebieten [l/min] voor het sanitair water

Er lijkt een mooie toekomst weggelegd te zijn voor de zogenoemde superisolerende materialen. Zo vormen de materialen die vandaag de dag op de markt beschikbaar zijn in bepaalde gevallen reeds een interessant alternatief voor de traditionele thermische-isolatiematerialen in gebouwen. Gelet op het feit dat het WTCB onlangs te Brussel een druk bijgewoond internationaal symposium rond dit thema georganiseerd heeft, tracht dit artikel een balans op te maken van de situatie.

Een mooie toekomst voor superisolerende materialen?

✍ *G. Flamant, ir., adjunct-afdelingshoofd, afdeling Energie en gebouw, WTCB
F. de Barquin, ir., departementshoofd, departement Materialen, technologie en omhulsel, WTCB*

Dit artikel werd opgesteld in het kader van de Technologische Dienstverlening Ecobouwen en duurzame ontwikkeling in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest, gesubsidieerd door InnovIRIS.

De bouwsector staat voor grote uitdagingen op het vlak van energie en milieu. De verbetering van de thermische isolatie van de gebouwschil vormt dan ook een absolute prioriteit in het huidige streven naar energiebesparingen en dit, niet alleen in nieuwe woningen, maar zeker ook in bestaande gebouwen.

Een dergelijke verbetering van de energieprestaties kan veelal enkel bekomen worden door de toepassing van uiterst dikke lagen traditioneel isolatiemateriaal (soms wel tot 40 cm dik in zeer performante gebouwen). Ook bij renovaties brengen deze grotere isolatiediktes een aantal problemen met zich mee (verlies aan bewoonbare oppervlakte, stedenbouwkundige beperkingen, bevestiging van de isolatie, invloed op de bouwwijze, complexe technische details ...) en dit, ongeacht de gekozen isolatietechniek (langs de buitenzijde, in de spouwmuur of langs de binnenzijde). Het gebruik van superisolerende materialen zou in deze context een oplossing kunnen bieden.

SAMENSTELLING

Lucht is een uitstekend thermisch-isolatiemateriaal (warmtegeleidbaarheid van 0,025 W/mK). Traditionele isolatiematerialen kunnen, dankzij de lucht die ze bevatten, een warmtegeleidbaarheid (λ -waarde) tussen 0,040 en 0,045 W/mK behalen.

Behalve door de ingesloten lucht te vervangen door een beter isolerend gas (bv. met pentaan geblazen polyurethaanschuim), kan de λ -waarde ook met de volgende twee technieken gereduceerd worden om superisolerende prestaties te behalen:

- door de poriëngrootte van het materiaal te verkleinen tot enkele tientallen nanome-

ters (10^{-9} m), waardoor de warmtegeleidbaarheid van de in de poriën ingesloten lucht vermindert. Men spreekt in dit geval van nanogestructureerde superisolerende materialen of nanoporeuze materialen (bv. silica-aërogel) onder atmosferische druk

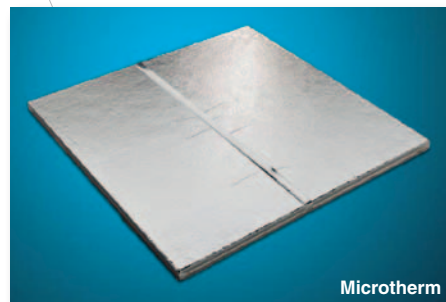
- door de in de poriën ingesloten lucht te verwijderen door in het materiaal een vacuüm te creëren dat omsloten wordt door een luchtdicht omhulsel. Men heeft het in dit geval over vacuümisolatiepanelen of VIP (*vacuum insulating panels*), die in de regel een nanoporeuze kern bevatten (zie afbeelding).

Superisolerende materialen worden gekenmerkt door een (aanzienlijk) lagere warmtegeleidbaarheid (met factor 2 tot 5) dan traditionele isolatiematerialen. Ze kunnen dan ook tot vijf keer dunner zijn voor eenzelfde thermische prestatie.

ONDERZOEK EN ONTWIKKELING

Er zijn tegenwoordig reeds diverse superisolerende materialen op de markt beschikbaar. Daarnaast zijn er een aantal Europese onderzoeksprojecten (in samenwerking met de voornaamste fabrikanten) aan de gang waarbij er getracht wordt om:

- de **kostprijs** te drukken (door gebruik te maken van goedkopere grondstoffen, door het fabricageproces te industrialiseren ...)
- de **initiele thermische prestaties** (d.i. de prestaties na de productie en vóór de prestatievermindering door veroudering) te verhogen
- het **gedrag van de producten in de tijd** (duurzaamheid) onder invloed van de temperatuur en de vochtigheid beter in te schatten en te verbeteren (onder meer door de



Vacuümisolatiepaneel of VIP

luchtdichtheid van de gemetalliseerde polymeerlagen van de VIP te verhogen)

- de **mechanische prestaties** te verbeteren, de kwetsbaarheid van het materiaal te beperken, het risico op schade te verkleinen ...

TOEPASSINGEN

Door hun aanzienlijk hogere kostprijs blijft de toepassing van superisolerende materialen vandaag de dag doorgaans beperkt tot plaatsen waar grote isolatiediktes vervelende ontwerp- en/of uitvoeringsproblemen zouden teweegbrengen. Dit is onder meer het geval bij de isolatie van vensterdagkanten langs de binnen- of buitenzijde (waarbij de isolatiedikte beperkt wordt door de breedte van het raamkozijn) of bij de binnenmuurisolatie van ruimten waarvan het vloeroppervlak niet aanzienlijk ingeperkt mag worden.

Superisolerende materialen kunnen ofwel als dusdanig gebruikt worden, ofwel als onderdeel van een samengesteld systeem dat eenvoudig toepasbaar is en bescherming biedt tegen beschadiging (bv. doorboring). ■

Meer weten?

Vacuümisolatiepanelen (VIP) mogen niet verward worden met dunne reflecterende producten (DRP). Deze laatste worden immers gekenmerkt door een veel lagere thermische weerstand, aangezien ze noch nanoporeus, noch vacuüm zijn. De beoordeling van de thermische prestaties van DRP kwam reeds uitvoerig aan bod in [WTCB-Rapport nr. 9](#).

Op 26 april 2012 vond er te Brussel een symposium rond superisolerende materialen plaats dat georganiseerd werd door INIVE EEIG (*International Network for Information on Ventilation and Energy Performance*), in nauwe samenwerking met het WTCB en het Zwitserse instituut EMPA (*Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt*). De slides van de voordrachten kunnen gedownload worden op het Europese webportaal voor energie-efficiëntie in gebouwen: <http://www.buildup.eu/communities/superisol>.



De norm NBN S 01-400-1 legt de akoestische criteria voor woongebouwen vast en dit, ongeacht de aangebrachte vloerbedekking. Afhankelijk van haar aard en de voorziene plaatsingsmethode, kan deze laatste echter een goede aanvulling vormen op de akoestische isolatie. Dit artikel geeft een overzicht van de akoestische prestaties van verschillende types (vooral houten) vloerbedekkingen en bespreekt de nieuwste technieken voor de akoestische isolatie van houten vloeren.

Contactgeluidsisolatieprestaties van houten vloeren en vloerbedekkingen

✎ S. Charron, ir., adjunct-laboratorium-hoofd, laboratorium Hout en coatings, WTCB

M. Van Damme, ing., laboratorium-hoofd, laboratorium Akoestiek, WTCB

De contactgeluidsisolatieprestaties van vloeren worden uitgedrukt door het **gewogen genormaliseerde contactgeluidsniveau** $L_{n,w}$ dat opgemeten wordt in het laboratorium. Om deze waarde te bepalen, meet men het geluidsniveau op dat door een genormaliseerde klopmachine opgewekt wordt in een onder de vloer gelegen ontvangstruimte ⁽¹⁾. Hoe hoger de $L_{n,w}$ -waarde, hoe slechter de contactgeluidsisolatie.

HOUTEN VLOERBEDEKKINGEN OP MASSIEVE DRAAGVLOEREN

Voor een naakte betonnen vloerplaat zonder vloerbedekking schommelt de opgemeten $L_{n,w}$ -waarde rond de 78 dB. Teneinde de contactgeluidsisolatie van de te beproeven vloerbedekkingen na te gaan, dient men deze op voornoemde referentievloerplaat aan te brengen en vervolgens te onderwerpen aan de proef met de klopmachine. De aldus bepaalde $L_{n,w}$ -waarde geldt met andere woorden voor de volledige vloeropbouw (vloerplaat plus vloerbedekking). Ter informatie wijzen we erop dat het vereiste contactgeluidsisolatie-niveau *in situ* (tussen twee woningen) niet hoger mag zijn dan 58 dB voor een normaal akoestisch comfort (54 dB voor slaapkamers) en lager moet zijn dan 50 dB voor een verhoogd akoestisch comfort (dit slechts ter indicatie, want, hoewel de grootte die gebruikt wordt *in situ* dicht aanleunt bij deze die gebruikt wordt in het laboratorium, is deze hier niet rechtstreeks mee vergelijkbaar) ⁽¹⁾.

Als we de contactgeluidsisolatie van de verschillende soorten vloerbedekkingen even vergelijken, kunnen we eerst en vooral vaststellen dat de **rechtstreekse verlijming van een betegeling op de dekvloer** slechts weinig of geen effect heeft op het $L_{n,w}$ -niveau van de naakte dekvloer. De opgemeten waarden van 75 tot 79 dB (afhankelijk van de dikte en de aard van

de tegels) leunen immers heel dicht aan bij de waarde van 78 dB die opgemeten werd bij de naakte dekvloer. Deze waarden kunnen door middel van een aangepast **ontkoppeld membraan** (plaatsingsonderlaag) net onder de betegeling teruggebracht worden tot 67 dB. Een aanzienlijke verbetering dus in vergelijking met de prestaties van een traditioneel verlijmda betegeling. Deze techniek is met andere woorden vooral voor renovaties veelbelovend. Ze kan immers zorgen voor een beperking van de geluidshinder op plaatsen waar structurele oplosingen (m.a.w. een zwevende dekvloer) onmogelijk zijn. Volgens de letter van de norm is het echter de structuur zelf die de voortplanting van contactgeluid moet tegengaan en niet de vloerbedekking en/of haar stelmethode.

Voor **massief en semi-massief verlijmd parket** liggen de prestaties verder uit elkaar. Het $L_{n,w}$ -niveau varieert er van 67 tot 78 dB. Bij deze vloerbedekkingen kunnen de gemeten prestaties met meerdere decibels verlaagd worden door een doordachte keuze van het lijmtypen (zie afbeelding 1). Er zijn echter slechts weinig gegevens beschikbaar over de bijdrage die parketlijmen kunnen leveren tot de verhoging van de contactgeluidsisolatie. Dit kan verklaard worden door het feit dat men het $L_{n,w}$ -niveau van een op een vloerplaat verlijmd parket enkel kan testen door dit parket effectief te verlijmen op een referentievloerplaat in het laboratorium, wat bij de verwijdering ervan niet zelden aanleiding geeft tot een beschadiging van de proefpost.

Het WTCB maakte dan ook dankbaar gebruik van de overgang van zijn oude proefcellen naar zijn nieuwe laboratorium Akoestiek om, net voor de afbraak van de oude proefvloerplaten, een reeks proeven te verrichten op verschillende lijmtypen. Doordat de proeven uitgevoerd werden in eenzelfde proefcel, op identieke proefstukken (massief parket van 14 mm, kwaliteit rustiek A) en met dezelfde meetapparatuur, vormde het lijmtypen de enige variabele. Uit de proeven is gebleken dat monocomponentpolyurethaanlijmen de beste resultaten ($L_{n,w} = 67$ dB) opleveren en dat de slechtste resultaten ($L_{n,w} = 73$ dB) behaald worden met een MS-polymeerlijm. De presta-



Afb. 1 De aard van de lijm oefent een reële invloed uit op de contactgeluidsisolatie van de vloeren

ties van tweecomponentenpolyurethaanlijmen en dispersielijmen liggen tussen deze twee uitersten en schommelen rond de 69 dB.

Hoewel deze proeven uitgevoerd werden op een relatief klein aantal proefstukken, konden ze toch aantonen dat de verhoging van het akoestische comfort niet enkel te wijten was aan de (soms uitgesproken) soepelheid van de lijmen, maar ook aan hun intrinsieke eigenschappen (lijmsamenstelling). De keuze van het lijmtypen zal met andere woorden voornamelijk bepaald worden door de door de fabrikant verstrekte gegevens.

Zwevend geplaatste laminaatvloerbedekkingen leveren zeer goede resultaten op in het laboratorium ($L_{n,w}$ van 58 tot 52 dB). Deze prestaties zijn echter onhaalbaar in reële situaties aangezien de contactgeluidsisolatie in het laboratorium bevorderd wordt door twee factoren die te maken hebben met de (normatieve) plaatsingsvoorwaarden. De eerste factor betreft de afmetingen van het proefstuk, die te klein zijn voor de correcte ontwikkeling van de laagfrequente effecten. De tweede factor betreft het feit dat het proefstuk tijdens de proef niet belast wordt, terwijl dit in reële omstandigheden wel het geval zal zijn (meubels en bewoners). In de nieuwe normenreeks NBN EN ISO 10140, die dit soort laboratoriumproeven beschrijft, wordt

⁽¹⁾ 'Contactgeluidsisolatie van massieve vloeren' uit de [WTCB-Dossiers nr. 2007/3.10](#).



Afb. 2 Zogenoemde droge zwevende dekvloer, opgebouwd uit een soepel materiaal en een vloerplaat waarop de vloerbedekking aangebracht wordt.

daarom gevraagd om de proeven voortaan uit te voeren op grotere, eventueel belaste, proefstukken. In de toekomst zullen we dus proefresultaten zien verschijnen die dichter aanleunen bij de verwachte waarden *in situ*. We willen er eveneens op wijzen dat de proefstukken in het laboratorium steeds beproefd worden op zware vloeren en dat de aldus behaalde waarden geenszins vergelijkbaar zijn met deze van toepassingen op lichte vloeren.

Ten slotte zijn er twee types vloerbekledingen die een aanzienlijke verhoging van de contactgeluidsisolatie kunnen teweegbrengen: **soepele vloerbekledingen en vasttapijt**. Voor deze twee soorten vloerbekledingen geldt een eenvoudige regel: naarmate ze soepeler en dikker zijn, zullen ze een grotere bijdrage leveren tot de contactgeluidsisolatie. Zo kunnen de opgemeten $L_{n,w}$ -waarden voor vinyl en vasttapijt respectievelijk dalen tot 53 dB en 45 dB. Zeer dunne, minder soepele vloerbekledingen leveren daarentegen bijna geen enkele verbetering op in vergelijking met de waarden die opgemeten worden op de naakte dekvloer.

AKOESTISCHE ISOLATIE VAN HOUTEN VLOEREN

Zoals hiervoor reeds aangehaald werd, schrijft de norm NBN S 01-400-1 voor dat de contact-

geluidsisolatie verzekerd moet worden door de **gebouwstructuur zelf** (i.e. de vloeropbouw bestaande uit de vloerplaat en de eventuele dekvloer), ongeacht de vloerbedekking. Bij massieve constructies biedt de techniek van de zwevende dekvloer dan ook een concreet antwoord op deze eis ⁽¹⁾. Bij houten vloeren zal men een meer technische oplossing moeten hanteren om onder de grenzen van 58, 54 en 50 dB te blijven (grenswaarden voor het ter plaatse opgemeten contactgeluidsniveau tussen woningen, afhankelijk van de situatie). Daar waar de $L_{n,w}$ voor een betonplaat zonder zwevende dekvloer in het laboratorium 78 dB bedraagt, zal deze waarde stijgen tot 92 dB indien de betonplaat vervangen wordt door een houten vloer (afbeelding 3). Het hoeft met andere woorden geen betoog dat een geluids-isolerende verbetering langs de bovenzijde in dit geval onontbeerlijk, doch ontoereikend zal zijn. Deze dient dan ook aangevuld te worden met een isolatie langs de onderzijde, die, samen met de basisvloerbedekking (doorgaans opgebouwd uit aan de vloerbalken genagelde of geschroefde panelen op houtbasis), een drielagig systeem vormt.

Als structurele ingreep aan de **bovenzijde**, kan men bijvoorbeeld overgaan tot het aanbrengen van een traditionele zwevende dekvloer ⁽¹⁾ of een zogenoemde droge zwevende dekvloer (zie afbeelding 2). Deze laatste bestaat in een

industriële vorm en is in dat geval veelal opgebouwd uit een 10 of 20 mm dikke soepele laag (minerale wol, vilt ...) die verlijmd wordt aan twee gipsvezelplaten van 10 mm dik. Recente proeven op acht verschillende producten hebben aangetoond dat het verschil tussen de aldus voor elk proefstuk opgemeten waarden slechts 2 dB bedraagt. Dit wil zeggen dat alle proefstukken een vergelijkbare efficiëntie vertonen. Een droge zwevende dekvloer kan daarnaast ook laag per laag uitgevoerd worden en bestaat in dat geval uit een soepel materiaal met daarboven een vloerplaat waarop de vloerbedekking aangebracht wordt. Proeven op zwevende dekvloeren met dezelfde onderlaag, maar een ander type plaatmateriaal leverden slechts licht uiteenlopende resultaten op. De beste resultaten werden niettemin behaald met de zwaarste platen uit de test (cementvezelplaten). Er werden ook vergelijkende proeven op verschillende types soepele materialen onder eenzelfde vloerplaat uitgevoerd. Het ging hier meer bepaald om matten op basis van minerale wol, houtvezels en rubber-, polyurethaan- of polyethyleenvlokken. Het beste en het minst goede resultaat lagen slechts 5 dB uit elkaar. We konden vaststellen dat eerder de dikte dan wel de aard van het soepele materiaal een rol te spelen heeft. Nog betere resultaten (8 tot 10 dB lager) kunnen behaald worden door het soepele materiaal onder de vorm van pads in plaats van panelen of matten aan te brengen.

Wat de ingrepen langs de **onderzijde** betreft, speelt vooral de loskoppeling van het verlaagde plafond een belangrijke rol. Zo kan er in het laboratorium een winst van zo'n 20 dB behaald worden met een verlaagd plafond, opgebouwd uit twee gipsplaten die bevestigd zijn aan een van de structuur ontkoppeld metalen skelet (zie afbeelding 4), in vergelijking met een verlaagd plafond dat aangebracht is op een rechtstreeks aan de vloerbalken bevestigd houten regelwerk ⁽²⁾. De vloeropbouw wordt vervolledigd door de ruimte tussen de vloerbalken over een dikte van minstens 10 cm op te vullen met een geluidsabsorberend (opencellig) materiaal. ■

⁽²⁾ 'Geluidsisolatie van houten vloeren (Uit de praktijk)' uit het [WTCB-Tijdschrift nr. 2001/1](#).



Afb. 3 Aangezien de houten vloer tussen twee woningen niet zichtbaar mag blijven, dient er een verlaagd plafond aangebracht te worden om de akoestische isolatie aan te vullen



Afb. 4 Verlaagd plafond bevestigd aan een metalen regelwerk dat ontkoppeld werd van de draagvloerconstructie



In oktober 2011 werd er een herziene uitgave van de referentienorm met betrekking tot de verlichting van werkplekken, de NBN EN 12464-1, gepubliceerd. In deze norm gaat er bijzondere aandacht uit naar het thema visueel comfort. Hierbij wordt er voortaan immers niet louter en alleen meer gekeken naar de te verzekeren verlichtingssterkte voor de uit te voeren taak. Ook voor wat betreft de omgeving worden er een aantal nieuwe eisen geformuleerd.

Herziening van de norm over de verlichting van binnenwerkplekken

A. Deneyer, ir., hoofd van het laboratorium Licht en gebouw, WTCB

Dit artikel werd opgesteld in het kader van de Normen-Antenne Energie 2012, met de financiële steun van de FOD Economie.

De toepassingsgerichte norm NBN EN 12464-1 bevat informatie en aanbevelingen met betrekking tot het visuele comfort en de kwaliteit van de verlichting. Ze bevat daarentegen geen aanbevelingen of voorschriften voor de armaturen zelf, vermits deze aspecten behandeld worden in de bestekken, waarin doorgaans verwezen wordt naar de norm NBN EN 60598-1 'Verlichtingsarmaturen. Deel 1: algemene eisen en beproevingen'.

De nieuwe uitgave van de norm biedt de ontwerpers en voorschrijvers de mogelijkheid om meer objectieve **visuele-comfortcriteria** voor binnenwerkplekken te definiëren. Ze bevat zowel eisen voor wat betreft de visuele taak als de omgeving erom. Deze eisen hebben voornamelijk betrekking op:

- de te verzekeren verlichtingssterkte (E_m)
- de uniformiteit (U_o)
- de maximale eengemaakte verblindingsgraad (UGR_L)
- de kleurweergave-index (R_a).



Te verzekeren verlichtingssterkte en uniformiteit van de verlichting in een klaslokaal

Eisen met betrekking tot de verlichtingssterkte in schoolruimten

Te verlichten zones	Verlichtingssterkte (E_m)	Uniformiteit (U_o)	Eengemaakte verblindingsgraad (UGR_L)	Kleurweergave-index (R_a)
Circulatiezone	100 lx	0,4	25	80
Klaslokaal	300 lx	0,6	19	80
Klaslokaal voor volwassenen	500 lx	0,6	19	80
Muziekklaslokaal	300 lx	0,6	19	80
Klaslokaal voor technisch tekenen	750 lx	0,7	16	80
Eetzaal	200 lx	0,4	22	80

De te verzekeren verlichtingssterkte (E_m) wordt uitgedrukt in lux [lx] en vertegenwoordigt de hoeveelheid lichtenergie die moet invallen op een bepaald punt. Naarmate de verlichtingssterkte groter is, zal de gebruiker meer details kunnen waarnemen. In kantoorgebouwen wordt er in de regel een verlichtingssterkte van 500 lx aanbevolen. In scholen wordt er een onderscheid gemaakt tussen klaslokalen voor kinderen, waar er een verlichtingssterkte van 300 lux moet gehaald worden, en klaslokalen voor volwassenen, waar er een verlichtingssterkte van 500 lux vereist is.

De uniformiteit (U_o), die gedefinieerd wordt als de verhouding van de minimale tot de gemiddelde verlichtingssterkte, is een weerspiegeling van de gelijkmatigheid van de verlichting. De geëiste waarde is afhankelijk van de uit te voeren visuele taak. Voor een kantoor of een klaslokaal wordt er gewoonlijk een uniformiteit van 0,6 geëist.

De eengemaakte verblindingsgraad of *unified glare rating* (UGR) karakteriseert de verblinding die tweegebracht wordt door een verlichtingsinstallatie. Naarma-

te de UGR -waarde groter is, zal de verblinding sterker zijn. Voor een welbepaalde waarnemingspositie zal een UGR -waarde onder de 16 in de regel een zeer laag verblindingsrisico inhouden, terwijl een UGR -waarde boven de 28 een onverdraaglijke verblinding voor het menselijke oog zal tweegebrengen.

De kleurweergave-index (R_a), die uitgedrukt wordt door een cijfer tussen 0 en 100, stelt het vermogen van een kleur voor om 'echt' te lijken. Naarmate de kleurweergave-index hoger is, zullen de kleuren beter weergegeven worden. Doorgaans wordt er een kleurweergave-index van 80 aanbevolen, tenzij dan voor bijzondere toepassingen zoals teken- of kunstklaslokalen, waar er een waarde van 90 opgelegd wordt.

Deze aanbevelingen moeten dus in aanmerking genomen worden vanaf het ontwerp, teneinde gepaste armaturen te kunnen kiezen en deze ook correct te kunnen plaatsen. Deze aspecten moeten duidelijk vermeld zijn in de contractuele documenten. ■

www.wtcb.be

WTCB-DOSSIERS NR. 2012/3.16

De lange versie van dit artikel, waarin dieper ingegaan zal worden op de eisen uit de norm NBN EN 12464-1 en waarin een aantal nieuwe begrippen (bv. cilindrische verlichtingssterkte, *modelling*) uit de doeken gedaan zal worden, zal weldra verschijnen op onze website.

De aannemer wordt nog te vaak geconfronteerd met de vraag van klanten om de werken direct op te starten. Door onvoldoende aandacht te besteden aan de werfvoorbereiding, riskeert hij echter veel tijd te verliezen tijdens de uitvoering (bv. door het optreden van problemen die te vermijden waren door er beter op te anticiperen). Het is bovendien geen geheim dat tijdverlies gepaard gaat met geldverlies. De werfvoorbereiding is dus een belangrijk bedrijfsproces voor de onderneming (zie [Infofiche 32](#)).

Werkvoorbereiding: een noodzaak

 *Afdeling Beheer, kwaliteit en informatietechnieken, WTCB*

Om de aannemer te helpen bij het optimaliseren van zijn werfvoorbereidingen, heeft de afdeling Beheer, kwaliteit en informatietechnieken een Infofiche opgesteld met een lijst van acties die uitgevoerd moeten worden vóór het begin van de werken. Het gaat hier met name om:

- de voorafgaande stappen
- de administratieve voorbereiding
- de geolokalisering
- de technische voorbereiding
- de veiligheids- en milieumaatregelen
- de planning van de werken
- de bouwplaatsinrichting
- de goede keuze van de middelen
- de voorziene budgetten en de beheertabel

- de keuze van de objectieven en het risico-beheer.

De te nemen maatregelen zijn onder meer afhankelijk van een aantal parameters van technische, organisatorische, administratieve en menselijke aard. Zo moet er voldoende aandacht geschonken worden aan de volgende aspecten van de bouwplaatsinrichting:

- de voorstelling van het huidige terrein en van de uit te voeren bouwwerken
- de afsluitingen (type, hoogte, toegang tot de bouwplaats)
- de manieren om diefstal op de werf tegen te gaan
- de voorstelling van de hijswerktuigen
- de zones met materiële voorzieningen (bouwketen, WC's ...)



www.wtcb.be

INFOFICHE NR. 62

De Infofiche waarvan sprake in dit artikel zal binnenkort beschikbaar zijn op onze website. U zal er tevens de C PREP®-toepassing kunnen downloaden die een checklist voor de werfvoorbereiding bevat waarin alle desbetreffende taken opgesomd zijn.

- de lokalisering van de leidingen op de werf (water, elektriciteit ...), van de materieel- en materiaalopslag, van de eventuele prefabricagezones en van de afvalsorteerzone
- de circulatieschema's (personeel, voertuigen, materiaal en materialen). ■

C FACT®: EEN NIEUWE BEDRIJFSBEHEERTOOL

De nieuwe toepassing C FACT® kan gedownload worden via onze website (<http://www.wtcb.be/go/cpro>).

Deze tool biedt de volgende functionaliteiten:

- recuperatie van de offerte die opgesteld werd met behulp van de toepassing C PRO® of via Excel®
- invoering van de taken en hoeveelheden van de posten die uitgevoerd werden tijdens de betreffende periode
- berekening van de bedragen die gerealiseerd werden tijdens de betreffende periode
- berekening van de prijsherziening (indien van toepassing)
- schuldvoordering
- afdrukken en verzenden van de vorderingsstaat
- facturatie en opvolging van de facturatie.



De [Infofiche 52.9](#) bevat bijkomende informatie met betrekking tot het gebruik van de toepassing C FACT® en verduidelijkt de manier waarop men de prijsherzieningen dient te berekenen.

Nieuwe Vorderingsstaat		Nieuwe Lijn		Afdrukken ...		Laatste Vorderingsstaat verwijderen								
Indexen aanpassen				Ga naar ...										
Vorderingsstaten & Facturatie: Vorderingsstaat								C FACT® - WTCB - versie 12.1						
Bouwplaats: Antwerpen				Vorderingsstaat: 2				van 01/02/2012 tot 15/02/2012						
Post nummer	Omschrijving van de werken en leveringen	Code herz.	Markt type	Eenheid	Hoeveelheden				Eenheds prijs	Bedragen				
					Voorzien	Uitgevoerd				Voorzien	Uitgevoerd			
	Vorig	Huidig	Totaal			Vorig	Huidig	Totaal						
1	Werfinstallatie		FF	PS	1,00	1,00			2.899,50	2.899,50	2.899,50	0,00	2.899,50	
2	Dakstructuur		VH	m³	2,50	3,00			1.627,80	4.069,50	4.883,40	0,00	4.883,40	
3	Onderdak		VH	m²	250,00	230,00	30,00	260,00	34,35	8.587,50	7.900,50	1.030,50	8.931,00	
4	Dakbedekking		VH	m²	250,00	0,00	260,00	260,00	324,10	81.025,00	0,00	84.266,00	84.266,00	
5	Gevelbekleding		VH	m²	84,00	0,00			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Gezien en goedgekeurd,					Opgemaakt te ,		9/08/2012		Totaal voorziene bedrag				€ 96.581,50	
					Gezien en goedgekeurd,				Totaal bedrag vorige periodes				€ 15.683,40	
									Totaal bedrag huidige periode				€ 85.296,50	
									Te herziene bedrag				€ 85.296,50	
									Niet herziene bedrag				€ 0,00	
									Totaal uitgevoerde werken				€ 100.979,90	

WTCB-opleidingen



Leidraad voor de CE-markering van luiken, rolluiken en zonneweringen

- 15 oktober 2012, van 17u30 tot 21u00, Centrum Duurzaam Bouwen (CeDuBo), Marktplein 7 bus 1, 3350 Heusden-Zolder.
- 15 november 2012, van 17u30 tot 21u00, Syntra Midden-Vlaanderen – Sint-Niklaas, Hogekouter 1, 9100 Sint-Niklaas.
- 22 november 2012, van 17u30 tot 21u00, Syntra West – Kortrijk, Doorniksesteenweg 220a, 8500 Kortrijk.

Vormingscyclus voor plaatsers van brandwerende deuren BENOR-ATG

- 6, 13, 20 en 27 november 2012, van 19u00 tot 22u00, Confederatie Bouw West-Vlaanderen, Kortrijksestraat 389A, 8500 Kortrijk.
- 22 en 29 november en 6 en 13 december 2012, van 19u00 tot 22u00, Confederatie Bouw Brussel Vlaams-Brabant, Dreefstraat 8, 3001 Heverlee.

Innovatieve materialen en technieken in de monumentenzorg

- 23 november 2012, van 8u30 tot 16u30, Confederatie Bouw, Lombardstraat 42, 1000 Brussel.

Bouwknopen in gebouwen met goede energieprestaties (themadag FABA-WTCB TC Ruwbouw)

- 13 november 2012, van 8u30 tot 17u00, Confederatie Bouw, Lombardstraat 42, 1000 Brussel.
- 6 december 2012, van 8u30 tot 17u00, Huis van de Bouw, Tramstraat 59, 9052 Zwijnaarde.

Wintercursussen 2012-2013

Tijdens de wintercursussen 2012-2013 (van januari tot april 2013) zullen de volgende twee thema's aan bod komen:

- platte daken
- houtskeletbouw.

PUBLICATIES

De WTCB-publicaties zijn beschikbaar :

- op onze website :
 - gratis voor aannemers die lid zijn van het WTCB
 - via een abonnementsformule voor de andere bouwprofessionelen (registratie op www.wtcb.be)
- in gedrukte vorm en op cd-rom.

Voor bijkomende inlichtingen kan u ons telefonisch bereiken op het nummer 02/529.81.00 (van 8u30 tot 12u00). U kan ook steeds bij ons terecht per fax (02/529.81.10) of per mail (publ@bbri.be).

OPLEIDINGEN

- Voor meer informatie met betrekking tot de opleidingen kan u zowel per telefoon (02/655.77.11), per fax (02/653.07.29) als per e-mail (info@bbri.be) contact opnemen met J.-P. Ginsberg.
- Nuttige link : www.wtcb.be (rubriek 'Agenda').

Publicatie van het Wetenschappelijk en Technisch Centrum voor het Bouwbedrijf, inrichting erkend bij toepassing van de besluitwet van 30 januari 1947

Verantwoordelijke uitgever : Jan Venstermans
WTCB - Lombardstraat 42, 1000 Brussel

Dit is een tijdschrift van algemeen informatieve aard. De bedoeling ervan is de resultaten van het bouwonderzoek uit binnen- en buitenland te helpen verspreiden.

Het, zelfs gedeeltelijk, overnemen of vertalen van de teksten van dit tijdschrift is slechts toegelaten mits schriftelijk akkoord van de verantwoordelijke uitgever.

www.wtcb.be

WTCB

BRUSSEL

Maatschappelijke zetel

Lombardstraat 42
B-1000 Brussel

algemene directie
tel. 02/502 66 90
fax 02/502 81 80
e-mail : info@bbri.be
website : www.wtcb.be

ZAVENTEM

Kantoren

Lozenberg 7
B-1932 Sint-Stevens-Woluwe (Zaventem)
tel. 02/716 42 11
fax 02/725 32 12

technisch advies - interface en consultancy
communicatie
beheer - kwaliteit - informatietechnieken
ontwikkeling - valorisatie
technische goedkeuringen
normalisatie

publicaties

tel. 02/529 81 00
fax 02/529 81 10

LIMELETTE

Proefstation

Avenue Pierre Holoffe 21
B-1342 Limelette
tel. 02/655 77 11
fax 02/653 07 29

onderzoek en innovatie
laboratoria
vorming
documentatie
bibliotheek

HEUSDEN-ZOLDER

Demonstratie- en informatiecentrum

Marktplaats 7 bus 1
B-3550 Heusden-Zolder
tel. 011/22 50 65
fax 02/725 32 12

ICT-kenniscentrum voor bouwprofessionelen (ViBo)